

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 3 年 2 月 1 9 日

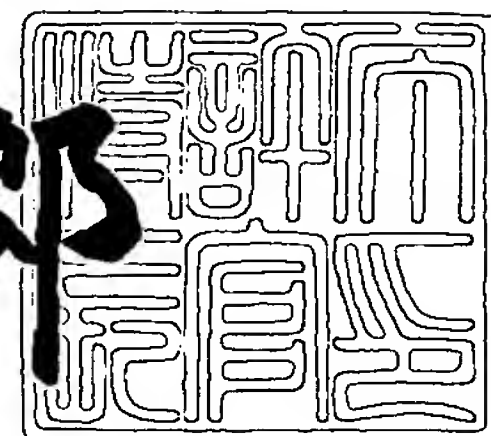
出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 3 - 0 4 1 7 9 4
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 0 4 1 7 9 4]

出 願 人
Applicant(s): 日 本 電 気 株 式 会 社

2 0 0 3 年 7 月 9 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 5 5 3 3 4

【書類名】 特許願

【整理番号】 33509958

【特記事項】 特許法第 3 0 条第 1 項の規定の適用を受けようとする特
許出願

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04L 12/00
H04M 7/00

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

 【氏名】 榎本 敦之

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

 【氏名】 厩橋 正樹

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

 【氏名】 飛鷹 洋一

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

 【氏名】 岩田 淳

【特許出願人】

 【識別番号】 000004237

 【氏名又は名称】 日本電気株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100093595

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 松本 正夫

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 057794

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9303563

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ネットワークシステム、スパニングツリー構成方法及び構成プログラム、スパニングツリー構成ノード

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数のノードを接続したネットワーク上でスパニングツリーによって転送経路を設定するネットワークシステムにおいて、

異なる 2 つのネットワーク相互を配下に端末を収容しない少なくとも 4 つのノードからなる部分ネットワークによって接続し、

前記部分ネットワークに属するノードが、

自身の部分ネットワークと隣接する他のネットワーク毎に、スパニングツリープロトコルに従ってスパニングツリーを作成して管理する

ことを特徴とするネットワークシステム。

【請求項 2】 前記部分ネットワークを、相対向する前記ノード間をリンクで接続した構成とし、

前記部分ネットワークを構成する同数の 2 組のノードが、それぞれ異なるネットワークと接続することを特徴とする請求項 1 に記載のネットワークシステム。

【請求項 3】 前記ノードが、

入力したフレームの宛先 M A C アドレスに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する複数の転送器と、

スパニングツリープロトコルに従い、前記部分ネットワーク及び前記ネットワーク毎にスパニングツリーを作成し、かつフレームの転送を行なう複数のツリーマネージャとを備えることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載のネットワークシステム。

【請求項 4】 前記ノードが、

自身の部分ネットワークのスパニングツリーを管理する前記ツリーマネージャと前記転送器を接続する自身の部分ネットワークへの出力ポートを 1 つにまとめた仮想ポートを備えることを特徴とする請求項 3 に記載のネットワークシステム。

【請求項 5】 前記ノードが、

入力されたフレームの宛先MACアドレスに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する複数の転送器と、

入力されたフレームの宛先MACアドレスに基づき宛先RPRアドレス、リングID及び転送先ポートを決定するRPRフレーム転送器と、

スパニングツリープロトコルに従い、前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成し、かつフレームの転送を行なう複数のツリーマネージャと、

TTLの減算及びTTLによってフレームの廃棄を行うTTLマネージャと、

自身の部分ネットワークのスパニングツリーを管理する前記ツリーマネージャと前記RPRフレーム転送器とを接続する自身の部分ネットワークへの出力ポートを1つにまとめた仮想ポートを備えることを特徴とする請求項4に記載のネットワークシステム。

【請求項6】 前記TTLマネージャが、

TTL値を参照してフレームを廃棄するTTLチェッカーと、

TTL値を加減算するTTLコントローラと

を備えることを特徴とする請求項5に記載のネットワークシステム。

【請求項7】 前記ノードが、

入力されたフレームの宛先MACアドレスに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する複数の転送器と、

スパニングツリープロトコルに従い、前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成し、かつフレームの転送を行なう複数のツリーマネージャと、

識別子によって入力されたBPDUフレームの出力先のツリーマネージャを決定するBPDU識別器と

を備えることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載のネットワークシステム。

【請求項8】 前記BPDU識別器が、

ツリーマネージャを識別するためのタグもしくはビットを挿入する識別子挿入器と、

ツリーマネージャを識別するために利用したタグもしくはビットを削除する識別子削除器とを備えることを特徴とする請求項7に記載のネットワークシステム

。

【請求項 9】 前記ノードが、

受信したフレームの入力ポート及び送信元 M A C アドレスを基にテーブル作成を行うアドレス学習器と、

宛先 M A C アドレスをキーとして送信先ポートを決定するテーブルと

を備えることを特徴とする請求項 4 から請求項 8 の何れか 1 項に記載のネットワークシステム。

【請求項 1 0】 前記テーブルが、

宛先 M A C アドレスを記載する宛先 M A C アドレスフィールドと、

宛先 M A C アドレスに対する出力先ポートを示す出力ポートフィールド

を備えることを特徴とする請求項 9 に記載のネットワークシステム。

【請求項 1 1】 前記ノードが、

入力されたフレームの識別タグに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する複数の転送器と、

入力されたフレームの識別タグ毎にスパニングツリープロトコルに従い前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成する多面ツリーマネージャと、

前記多面ツリーマネージャと転送器を接続する自身の部分ネットワークへの出力ポートを 1 つにまとめた仮想ポートとを備えることを特徴とする請求項 1 に記載のネットワークシステム。

【請求項 1 2】 前記ノードが、

障害検出フレームを送受信して障害検出を行う障害検出器

を備えることを特徴とする請求項 3 から請求項 7 及び請求項 9 から請求項 1 1 の何れか 1 項に記載のネットワークシステム。

【請求項 1 3】 前記障害検出器が、

障害検出用フレームとそれ以外のフレームを分離する信号分離器と、

障害検出用フレームを送受信する障害検出信号送受信器とを備えることを特徴とする請求項 1 2 に記載のネットワークシステム。

【請求項 1 4】 前記ノードが、

2 重障害時にポートを遮断する遮断器

を備えることを特徴とする請求項 1 2 もしくは請求項 1 3 に記載のネットワークシステム。

【請求項 1 5】 前記ノードが、

入力されたフレームの識別タグに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する複数の転送器と、

入力されたフレームの識別タグ毎にスパニングツリープロトコルに従い前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成する多面ツリーマネージャと、

識別タグの挿入と削除を行うタグ操作器とを備えることを特徴とする請求項 1 に記載のネットワークシステム。

【請求項 1 6】 前記ツリーマネージャが、

スパニングツリープロトコルに従いポートの状態を決定するツリーコントローラと、

スパニングツリープロトコルの制御信号を送受信する B P D U 送受信器と、

ポートを遮断もしくは通過させるポート遮断器とを備えることを特徴とする請求項 3 から請求項 1 5 のいずれか 1 項に記載のネットワークシステム。

【請求項 1 7】 複数のノードを接続したネットワーク上でスパニングツリーを構成するノードにおいて、

配下に端末を収容しない少なくとも 4 つのノードにより異なる 2 つのネットワーク相互を接続する部分ネットワークを構成し、

自身の部分ネットワークと隣接する他のネットワーク毎に、スパニングツリープロトコルに従ってスパニングツリーを作成して管理することを特徴とするノード。

【請求項 1 8】 前記部分ネットワークを、相対向する前記ノード間をリンクで接続した構成とし、

前記部分ネットワークを構成する同数の 2 組のノードが、それぞれ異なるネットワークと接続することを特徴とする請求項 1 7 に記載のノード。

【請求項 1 9】 入力されたフレームの宛先 M A C アドレスに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する複数の転送器と、

スパニングツリープロトコルに従い、前記ネットワーク毎にスパニングツリー

を作成し、かつフレームの転送を行なう複数のツリーマネージャとを備えることを特徴とする請求項 1 7 又は請求項 1 8 に記載のノード。

【請求項 2 0】 自身の部分ネットワークのスパニングツリーを管理する前記ツリーマネージャと前記転送器を接続する自身の部分ネットワークへの出力ポートを 1 つにまとめた仮想ポートを備えることを特徴とする請求項 1 9 に記載のノード。

【請求項 2 1】 入力されたフレームの宛先 M A C アドレスに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する複数の転送器と、

入力されたフレームの宛先 M A C アドレスに基づき宛先 R P R アドレス、リング I D 及び転送先ポートを決定する R P R フレーム転送器と、

スパニングツリープロトコルに従い、前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成し、かつフレームの転送を行なう複数のツリーマネージャと、

T T L の減算及び T T L によってフレームの廃棄を行う T T L マネージャと、
自身の部分ネットワークのスパニングツリーを管理する前記ツリーマネージャと前記 R P R フレーム転送器とを接続する自身の部分ネットワークへの出力ポートを 1 つにまとめた仮想ポートを備えることを特徴とする請求項 1 9 に記載のノード。

【請求項 2 2】 前記 T T L マネージャが、
T T L 値を参照してフレームを廃棄する T T L チェッカーと、
T T L 値を加減算する T T L コントローラと
を備えることを特徴とする請求項 2 1 に記載のノード。

【請求項 2 3】 入力されたフレームの宛先 M A C アドレスに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する複数の転送器と、

スパニングツリープロトコルに従い、前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成し、かつフレームの転送を行なう複数のツリーマネージャと、

識別子によって入力された B P D U フレームの出力先のツリーマネージャを決定する B P D U 識別器と
を備えることを特徴とする請求項 1 8 に記載のノード。

【請求項 2 4】 前記 B P D U 識別器が、

ツリーマネージャを識別するためのタグもしくはビットを挿入する識別子挿入器と、

ツリーマネージャを識別するために利用したタグもしくはビットを削除する識別子削除器とを備えることを特徴とする請求項 2 3 に記載のノード。

【請求項 2 5】 受信したフレームの入力ポート及び送信元 M A C アドレスを基にテーブル作成を行うアドレス学習器と、

宛先 M A C アドレスをキーとして送信先ポートを決定するテーブルとを備えることを特徴とする請求項 1 9 から請求項 2 4 の何れか 1 項に記載のノード。

【請求項 2 6】 前記テーブルが、

宛先 M A C アドレスを記載する宛先 M A C アドレスフィールドと、

宛先 M A C アドレスに対する出力先ポートを示す出力ポートフィールドを備えることを特徴とする請求項 2 5 に記載のノード。

【請求項 2 7】 入力されたフレームの識別タグに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する複数の転送器と、

入力されたフレームの識別タグ毎にスパニングツリープロトコルに従い前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成する多面ツリーマネージャと、

前記多面ツリーマネージャと転送器を接続する自身の部分ネットワークへの出力ポートを 1 つにまとめた仮想ポートとを備えることを特徴とする請求項 1 8 に記載のノード。

【請求項 2 8】 障害検出フレームを送受信して障害検出を行う障害検出器を備えることを特徴とする請求項 1 9 から請求項 2 2 及び請求項 2 5 から請求項 2 7 の何れか 1 項に記載のノード。

【請求項 2 9】 前記障害検出器が、

障害検出用フレームとそれ以外のフレームを分離する信号分離器と、

障害検出用フレームを送受信する障害検出信号送受信器とを備えることを特徴とする請求項 2 8 に記載のノード。

【請求項 3 0】 2 重障害時にポートを遮断する遮断器を備えることを特徴とする請求項 2 8 もしくは請求項 2 9 に記載のノード。

【請求項 3 1】 入力されたフレームの識別タグに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する複数の転送器と、

入力されたフレームの識別タグ毎にスパニングツリープロトコルに従い前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成する多面ツリーマネージャと、

識別タグの挿入と削除を行うタグ操作器とを備えることを特徴とする請求項 1 8 に記載のノード。

【請求項 3 2】 前記ツリーマネージャが、

スパニングツリープロトコルに従いポートの状態を決定するツリーコントローラと、

スパニングツリープロトコルの制御信号を送受信する B P D U 送受信器と、

ポートを遮断もしくは通過させるポート遮断器とを備えることを特徴とする請求項 1 9 から請求項 3 1 のいずれか 1 項に記載のノード。

【請求項 3 3】 複数のノードを接続したネットワーク上でスパニングツリーを構成するスパニングツリー構成方法であって、

配下に端末を収容しない少なくとも 4 つのノードにより異なる 2 つのネットワーク相互を接続する部分ネットワークを構成し、

自身の部分ネットワークと隣接する他のネットワーク毎に、スパニングツリープロトコルに従ってスパニングツリーを作成して管理することを特徴とするスパニングツリー構成方法。

【請求項 3 4】 入力されたフレームの宛先 M A C アドレスに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する転送工程と、

スパニングツリープロトコルに従い、前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成し、かつフレームの転送を行なうツリーマネージャ工程とを有することを特徴とする請求項 3 3 に記載のスパニングツリー構成方法。

【請求項 3 5】 自身の部分ネットワークのスパニングツリーを管理する前記ツリーマネージャ工程と前記転送工程とを自身の部分ネットワークへの出力ポートを 1 つにまとめた仮想ポートにより接続する工程を有することを特徴とする請求項 3 4 に記載のスパニングツリー構成方法。

【請求項 3 6】 入力されたフレームの宛先 M A C アドレスに基づき転送先

ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する転送工程と、

入力されたフレームの宛先MACアドレスに基づき宛先RPRアドレス、リングID及び転送先ポートを決定するRPRフレーム転送工程と、

スパニングツリープロトコルに従い、前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成し、かつフレームの転送を行なうツリーマネージャ工程と、

TTLの減算及びTTLによってフレームの廃棄を行うTTLマネージャ工程と、

自身の部分ネットワークのスパニングツリーを管理する前記ツリーマネージャ工程と前記RPRフレーム転送工程とを自身の部分ネットワークへの出力ポートを1つにまとめた仮想ポートにより接続する工程を有することを特徴とする請求項34に記載のスパニングツリー構成方法。

【請求項37】 前記TTLマネージャ工程が、

TTL値を参照してフレームを廃棄するTTLチェッカー工程と、TTL値を加減算するTTLコントローラ工程とを有することを特徴とする請求項34に記載のスパニングツリー構成方法。

【請求項38】 入力されたフレームの宛先MACアドレスに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する転送工程と、

スパニングツリープロトコルに従い、前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成し、かつフレームの転送を行なうツリーマネージャ工程と、

識別子によって入力されたBPDUFフレームの出力先のツリーマネージャ工程を決定するBPDU識別工程とを有することを特徴とする請求項35に記載のスパニングツリー構成方法。

【請求項39】 前記BPDU識別工程が、

ツリーマネージャ工程を識別するためのタグもしくはビットを挿入する識別子挿入工程と、

ツリーマネージャ工程を識別するために利用したタグもしくはビットを削除する識別子削除工程とを有することを特徴とする請求項38に記載のスパニングツリー構成方法。

【請求項40】 受信したフレームの入力ポート及び送信元MACアドレス

を基に、宛先MACアドレスをキーとして送信先ポートを決定するテーブル作成を行うアドレス学習工程を有することを特徴とする請求項34から請求項39の何れか1項に記載のスパニングツリー構成方法。

【請求項41】 前記テーブルが、
宛先MACアドレスを記載する宛先MACアドレスフィールドと、
宛先MACアドレスに対する出力先ポートを示す出力ポートフィールドを備えることを特徴とする請求項40に記載のスパニングツリー構成方法。

【請求項42】 入力されたフレームの識別タグに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する転送工程と、

入力されたフレームの識別タグ毎にスパニングツリープロトコルに従い前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成する多面ツリーマネージャ工程と、

前記多面ツリーマネージャ工程と転送工程を自身の部分ネットワークへの出力ポートを1つにまとめた仮想ポートによって接続する工程とを有することを特徴とする請求項33に記載のスパニングツリー構成方法。

【請求項43】 障害検出フレームを送受信して障害検出を行う障害検出工程を有することを特徴とする請求項32から請求項35及び請求項40から請求項42の何れか1項に記載のスパニングツリー構成方法。

【請求項44】 前記障害検出工程が、
障害検出用フレームとそれ以外のフレームを分離する信号分離工程と、
障害検出用フレームを送受信する障害検出信号送受信工程とを有することを特徴とする請求項43に記載のスパニングツリー構成方法。

【請求項45】 2重障害時にポートを遮断するを遮断工程を有することを特徴とする請求項43もしくは請求項44に記載のスパニングツリー構成方法。

【請求項46】 入力されたフレームの識別タグに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する転送工程と、

入力されたフレームの識別タグ毎にスパニングツリープロトコルに従い前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成する多面ツリーマネージャ工程と、

識別タグの挿入と削除を行うタグ操作工程とを有することを特徴とする請求項33に記載のスパニングツリー構成方法。

【請求項 4 7】 前記多面ツリーマネージャ工程が、
スパニングツリープロトコルに従いポートの状態を決定するツリーコントローラ工程と、

スパニングツリープロトコルの制御信号を送受信する B P D U 送受信工程と、
ポートを遮断もしくは通過させるポート遮断工程とを有することを特徴とする
請求項 3 4 から請求項 4 6 のいずれか 1 項に記載のスパニングツリー構成方法。

【請求項 4 8】 複数のノードを接続したネットワーク上でスパニングツリーを構成する各ノード上で動作するスパニングツリー構成プログラムであって、
配下に端末を収容しない少なくとも 4 つのノードにより異なる 2 つのネットワーク相互を接続する部分ネットワークを構成し、

自身の部分ネットワークと隣接する他のネットワーク毎に、スパニングツリープロトコルに従ってスパニングツリーを作成して管理する機能を実行することを特徴とするスパニングツリー構成プログラム。

【請求項 4 9】 入力されたフレームの宛先 M A C アドレスに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する転送機能と、

スパニングツリープロトコルに従い、前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成し、かつフレームの転送を行なうツリーマネージャ機能とを実行することを特徴とする請求項 4 8 に記載のスパニングツリー構成プログラム。

【請求項 5 0】 自身の部分ネットワークのスパニングツリーを管理する前記ツリーマネージャ機能と前記転送機能とを自身の部分ネットワークへの出力ポートを 1 つにまとめた仮想ポートにより接続する機能を有することを特徴とする請求項 4 9 に記載のスパニングツリー構成プログラム。

【請求項 5 1】 入力されたフレームの宛先 M A C アドレスに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する転送機能と、

入力されたフレームの宛先 M A C アドレスに基づき宛先 R P R アドレス、リング I D 及び転送先ポートを決定する R P R フレーム転送機能と、

スパニングツリープロトコルに従い、前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成し、かつフレームの転送を行なうツリーマネージャ機能と、

T T L の減算及び T T L によってフレームの廃棄を行う T T L マネージャ機能

と、

自身の部分ネットワークのスパニングツリーを管理する前記ツリーマネージャ機能と前記 R P R フレーム転送機能とを自身の部分ネットワークへの出力ポートを 1 つにまとめた仮想ポートにより接続する機能を実行することを特徴とする請求項 4 9 に記載のスパニングツリー構成プログラム。

【請求項 5 2】 前記 T T L マネージャ機能が、

T T L 値を参照してフレームを廃棄する T T L チェッカー機能と、 T T L 値を加減算する T T L コントローラ機能とを有することを特徴とする請求項 3 4 に記載のスパニングツリー構成プログラム。

【請求項 5 3】 入力されたフレームの宛先 M A C アドレスに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する転送機能と、

スパニングツリープロトコルに従い、前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成し、かつフレームの転送を行なうツリーマネージャ機能と、

識別子によって入力された B P D U フレームの出力先のツリーマネージャ機能を決定する B P D U 識別機能とを実行することを特徴とする請求項 5 0 に記載のスパニングツリー構成プログラム。

【請求項 5 4】 前記 B P D U 識別機能が、

ツリーマネージャ機能を識別するためのタグもしくはビットを挿入する識別子挿入機能と、

ツリーマネージャ機能を識別するために利用したタグもしくはビットを削除する識別子削除機能とを有することを特徴とする請求項 5 3 に記載のスパニングツリー構成プログラム。

【請求項 5 5】 受信したフレームの入力ポート及び送信元 M A C アドレスを基に、宛先 M A C アドレスをキーとして送信先ポートを決定するテーブル作成を行うアドレス学習機能を有することを特徴とする請求項 4 9 から請求項 5 4 の何れか 1 項に記載のスパニングツリー構成プログラム。

【請求項 5 6】 前記テーブルが、

宛先 M A C アドレスを記載する宛先 M A C アドレスフィールドと、

宛先 M A C アドレスに対する出力先ポートを示す出力ポートフィールドを備え

ることを特徴とする請求項 5 5 に記載のスパニングツリー構成プログラム。

【請求項 5 7】 入力されたフレームの識別タグに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する転送機能と、

入力されたフレームの識別タグ毎にスパニングツリープロトコルに従い前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成する多面ツリーマネージャ機能と、

前記多面ツリーマネージャ機能と転送機能を自身の部分ネットワークへの出力ポートを 1 つにまとめた仮想ポートによって接続する機能とを有することを特徴とする請求項 5 8 に記載のスパニングツリー構成プログラム。

【請求項 5 8】 障害検出フレームを送受信して障害検出を行う障害検機能を実行することを特徴とする請求項 3 2 から請求項 3 5 及び請求項 5 5 から請求項 5 7 の何れか 1 項に記載のスパニングツリー構成プログラム。

【請求項 5 9】 前記障害検出機能が、

障害検出用フレームとそれ以外のフレームを分離する信号分離機能と、

障害検出用フレームを送受信する障害検出信号送受信機能とを有することを特徴とする請求項 5 8 に記載のスパニングツリー構成プログラム。

【請求項 6 0】 2 重障害時にポートを遮断するを遮断機能を実行することを特徴とする請求項 5 8 もしくは請求項 5 9 に記載のスパニングツリー構成プログラム。

【請求項 6 1】 入力されたフレームの識別タグに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する転送機能と、

入力されたフレームの識別タグ毎にスパニングツリープロトコルに従い前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成する多面ツリーマネージャ機能と、

識別タグの挿入と削除を行うタグ操作機能とを実行することを特徴とする請求項 5 8 に記載のスパニングツリー構成プログラム。

【請求項 6 2】 前記多面ツリーマネージャ機能が、

スパニングツリープロトコルに従いポートの状態を決定するツリーコントローラ機能と、

スパニングツリープロトコルの制御信号を送受信する B P D U 送受信機能と、ポートを遮断もしくは通過させるポート遮断機能とを有することを特徴とする

請求項 5 9 から請求項 6 1 のいずれか 1 項に記載のスパニングツリー構成プログラム。

【請求項 6 3】 前記スパニングツリープロトコルの制御信号を、自ノードに隣接するノードであって、前記部分ネットワークと前記隣接する他のネットワークとの双方に接続されるノードに送信する際に、

このノード固有のアドレスを前記スパニングツリープロトコルの制御信号の宛先として送信することを特徴とする請求項 1 6 に記載のネットワークシステム。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、スパニングツリーシステムに関し、特にスパニングツリーをドメインに分割する際に、経路のループを発生させることなくツリー同士を接続できる、スパニングツリーシステム、スパニングツリー構成ノード、スパニングツリー構成方法及びプログラムに関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

従来、この種のスパニングツリーは、ネットワーク中に物理的にループ(円環)状のリングが存在する場合であっても論理的にはループが存在しないようなツリー状のリンクを構成することによって、データが永遠に循環するのを防止するために用いられている。

【 0 0 0 3 】

当該スパニングツリーに関する従来技術としては、以下にあげるようなものが存在する。

【 0 0 0 4 】

例えば「1 9 9 8 年、アイトリプルイー・スタンダード・8 0 2 . 1 ディー (IEEE Std 802.1D) 」と題する I E E E 発行の標準化文書 (非特許文献 1) では、ネットワーク中にループ(円環)が存在する場合に、データが永遠に循環するのを防止するため、ノード間で Bridge Protocol Data Unit (BPDU) と呼ばれる制御情報をやり取りし、物理的にループ状になっているネットワークの一部を論理的

に使用不能にして、論理的にツリー状のトポロジを形成する、スパニングツリーと呼ばれる制御手法が規定されている（以下、非特許文献 1 とする）。

【 0 0 0 5 】

また、「2 0 0 1 年、アイトリプルイー・スタンダード・8 0 2 . 1 ダブリュ (IEEE Std 802.1W) 」と題する I E E E 発行の標準化文書（非特許文献 2 ）では、制御情報の交換方法を拡張することにより、従来技術 1 におけるツリー作成を高速化し、さらに、あらかじめ迂回経路を設定しておくことにより、障害発生時の高速な迂回経路の設定を行う、高速スパニングツリーと呼ばれる制御手法が規定されている（以下、非特許文献 2 とする）。

【 0 0 0 6 】

さらに、「2 0 0 2 年、電子情報通信学会ソサイエティ大会、B - 7 - 1 1 ~ B - 7 - 1 3、次世代イーサネット (R) アーキテクチャ G O E (Global Optical Ethernet (R)) の提案」と題する論文では、イーサネット (R) フレームに宛先情報等を示す識別タグを挿入し、多面に作成したスパニングツリーを利用してフォワーディングテーブルを構築して、イーサネット (R) フレームを転送する方法について述べている（以下、非特許文献 3 とする）。

【 0 0 0 7 】

非特許文献 1 ~ 3 において作成されるスパニングツリーの一例を、図 2 9 に示す。図 2 9 において作成されたスパニングツリーを太線にて示している。このように従来ネットワークに対して生成されるスパニングツリーでは、ノード 1 1 ~ ノード 3 2 の各ノードが制御フレーム（情報）をやり取りししつつ、ネットワーク全体に対して、1 つのスパニングツリーを構成している。

【 0 0 0 8 】

【非特許文献 1】

「1 9 9 8 年、アイトリプルイー・スタンダード・8 0 2 . 1 ディー (IEEE Std 802.1D) 」と題する I E E E 発行の標準化文書

【非特許文献 2】

「2 0 0 1 年、アイトリプルイー・スタンダード・8 0 2 . 1 ダブリュ (IEEE Std 802.1W) 」と題する I E E E 発行の標準化文書

【非特許文献 3】

「2 0 0 2 年、電子情報通信学会ソサイエティ大会、B - 7 - 1 1 ~ B - 7 - 1 3、次世代イーサネット(R)アーキテクチャ G O E (Global Optical Ethernet(R))の提案」と題する論文

【0 0 0 9】**【発明が解決しようとする課題】**

上述した従来技術においては、以下に述べるような問題があった。

【0 0 1 0】

第 1 に、何れの従来技術においても、スパニングツリーの構築に時間がかかるという問題があった。

【0 0 1 1】

非特許文献 1 の技術では、B P D U フレームと呼ばれる制御フレームを交換してスパニングツリーを構築するが、状態遷移を行う場合に、各ノードが新たな B P D U フレームの到着の有無を確認するため、タイマーを用いた状態遷移を行っていた。このため、ネットワークに収容されるノードの数が増加するほど、スパニングツリーの構築に時間がかかった。

【0 0 1 2】

また、各ノード間でやり取りされる B P D U フレームの数はネットワークに所属するブリッジノードの数の増加と共に増大するため、ネットワークの規模が拡大するほど、それだけスパニングツリーの構築に時間がかかった。

【0 0 1 3】

非特許文献 2 の技術では、B P D U フレームと呼ばれる制御フレームを交換してスパニングツリーを構築する点においては、従来技術 1 と同じであるが、フラグを付加することにより、P r o p o s a l 及び A g r e e m e n t と呼ばれる確認フレームを交換することで、状態遷移を高速に行う。このため、非特許文献 1 と比較すると、スパニングツリーの構築時間は短縮されるが、トポロジの形状が複雑化し、ネットワークに収容されるノードの数が増加するほど、スパニングツリーの構築に時間がかかった。

【0 0 1 4】

非特許文献 3 の技術では、非特許文献 2 の方法を用いて構築したスパニングツリーを、多面に作成するため、非特許文献 2 と同様の理由により、スパニングツリーの構築に時間がかかった。

【 0 0 1 5 】

第 2 に、何れの従来技術においても、障害発生時の影響波及範囲が大きいという問題があった。

【 0 0 1 6 】

非特許文献 1 の技術では、障害によりスパニングツリーの構成を変更する場合は、ネットワーク全体のポートを一旦閉鎖して、スパニングツリーの再構築を行うからである。

【 0 0 1 7 】

非特許文献 2 の技術では、障害によりスパニングツリーの構成を変更する場合は、ネットワークの一部を局所的に停止させながら、徐々に構成を変更し、ネットワーク全体のスパニングツリーの構成を再構成する。このため、結局は、障害箇所から離れた場所においても、一時的にネットワークを停止させなければならないからである。

【 0 0 1 8 】

非特許文献 3 の技術では、非特許文献 2 の方法を用いて構築したスパニングツリーを、多面に作成するため、非特許文献 2 と同様の理由により、障害発生時の影響波及範囲が大きいという問題があった。

【 0 0 1 9 】

また、前述した従来技術 1 から従来技術 3 では、スパニングツリーがループ形状となることを防ぐために、既存のネットワークを接続する場合に、接続する接続点となるノードを、1 つしか設けることができなかったため、ネットワーク毎にスパニングツリーを作成することが困難であった。

【 0 0 2 0 】

【発明の目的】

本発明の第 1 の目的は、スパニングツリーの構築時間を短縮できる、スパニングツリーシステム、スパニングツリー構成ノード、スパニングツリー構成方法及

びスパニングツリー構成プログラムを提供することにある。

【 0 0 2 1 】

本発明の第 2 の目的は、障害発生時の影響波及範囲を限定できる、スパニングツリーシステム、スパニングツリー構成ノード、スパニングツリー構成方法及びスパニングツリー構成プログラムを提供することにある。

【 0 0 2 2 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成する本発明は、複数のノードを接続したネットワーク上でスパニングツリーによって転送経路を設定するネットワークシステムにおいて、異なる 2 つのネットワーク相互を配下に端末を収容しない少なくとも 4 つのノードからなる部分ネットワークによって接続し、

前記部分ネットワークに属するノードが、自身の部分ネットワークと隣接する他のネットワーク毎に、スパニングツリープロトコルに従ってスパニングツリーを作成して管理することを特徴とする。

【 0 0 2 3 】

請求項 2 の本発明によるネットワークシステムは、前記部分ネットワークを、相対向する前記ノード間をリンクで接続した構成とし、前記部分ネットワークを構成する同数の 2 組のノードが、それぞれ異なるネットワークと接続することを特徴とする。

【 0 0 2 4 】

請求項 3 の本発明によるネットワークシステムは、前記ノードが、入力したフレームの宛先 M A C アドレスに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する複数の転送器と、スパニングツリープロトコルに従い、前記部分ネットワーク及び前記ネットワーク毎にスパニングツリーを作成し、かつフレームの転送を行なう複数のツリーマネージャとを備えることを特徴とする。

【 0 0 2 5 】

請求項 4 の本発明によるネットワークシステムは、前記ノードが、自身の部分ネットワークのスパニングツリーを管理する前記ツリーマネージャと前記転送器を接続する自身の部分ネットワークへの出力ポートを 1 つにまとめた仮想ポート

を備えることを特徴とする。

【 0 0 2 6 】

請求項 5 の本発明によるネットワークシステムは、前記ノードが、入力されたフレームの宛先 M A C アドレスに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する複数の転送器と、入力されたフレームの宛先 M A C アドレスに基づき宛先 R P R アドレス、リング I D 及び転送先ポートを決定する R P R フレーム転送器と、スパニングツリープロトコルに従い、前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成し、かつフレームの転送を行なう複数のツリーマネージャと、T T L の減算及び T T L によってフレームの廃棄を行う T T L マネージャと、自身の部分ネットワークのスパニングツリーを管理する前記ツリーマネージャと前記 R P R フレーム転送器とを接続する自身の部分ネットワークへの出力ポートを 1 つにまとめた仮想ポートを備えることを特徴とする。

【 0 0 2 7 】

請求項 6 の本発明によるネットワークシステムは、前記 T T L マネージャが、T T L 値を参照してフレームを廃棄する T T L チェッカーと、T T L 値を加減算する T T L コントローラとを備えることを特徴とする。

【 0 0 2 8 】

請求項 7 の本発明によるネットワークシステムは、前記ノードが、入力されたフレームの宛先 M A C アドレスに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する複数の転送器と、スパニングツリープロトコルに従い、前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成し、かつフレームの転送を行なう複数のツリーマネージャと、識別子によって入力された B P D U フレームの出力先のツリーマネージャを決定する B P D U 識別器とを備えることを特徴とする。

【 0 0 2 9 】

請求項 8 の本発明によるネットワークシステムは、前記 B P D U 識別器が、ツリーマネージャを識別するためのタグもしくはビットを挿入する識別子挿入器と、ツリーマネージャを識別するために利用したタグもしくはビットを削除する識別子削除器とを備えることを特徴とする。

【 0 0 3 0 】

請求項 9 の本発明によるネットワークシステムは、前記ノードが、受信したフレームの入力ポート及び送信元 M A C アドレスを基にテーブル作成を行うアドレス学習器と、宛先 M A C アドレスをキーとして送信先ポートを決定するテーブルとを備えることを特徴とする。

【 0 0 3 1 】

請求項 1 0 の本発明によるネットワークシステムは、前記テーブルが、宛先 M A C アドレスを記載する宛先 M A C アドレスフィールドと、宛先 M A C アドレスに対する出力先ポートを示す出力ポートフィールドを備えることを特徴とする。

【 0 0 3 2 】

請求項 1 1 の本発明によるネットワークシステムは、前記ノードが、入力されたフレームの識別タグに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する複数の転送器と、入力されたフレームの識別タグ毎にスパニングツリープロトコルに従い前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成する多面ツリーマネージャと、前記多面ツリーマネージャと転送器を接続する自身の部分ネットワークへの出力ポートを 1 つにまとめた仮想ポートとを備えることを特徴とする。

【 0 0 3 3 】

請求項 1 2 の本発明によるネットワークシステムは、前記ノードが、障害検出フレームを送受信して障害検出を行う障害検出器を備えることを特徴とする。

【 0 0 3 4 】

請求項 1 3 の本発明によるネットワークシステムは、前記障害検出器が、障害検出用フレームとそれ以外のフレームを分離する信号分離器と、障害検出用フレームを送受信する障害検出信号送受信器とを備えることを特徴とする。

【 0 0 3 5 】

請求項 1 4 の本発明によるネットワークシステムは、前記ノードが、2重障害時にポートを遮断する遮断器を備えることを特徴とする。

【 0 0 3 6 】

請求項 1 5 の本発明によるネットワークシステムは、前記ノードが、入力されたフレームの識別タグに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する複数の転送器と、入力されたフレームの識別タグ毎にスパニングツリープロト

コルに従い前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成する多面ツリーマネージャと、識別タグの挿入と削除を行うタグ操作器とを備えることを特徴とする。

【 0 0 3 7 】

請求項 1 6 の本発明によるネットワークシステムは、前記ツリーマネージャが、スパニングツリープロトコルに従いポートの状態を決定するツリーコントローラと、スパニングツリープロトコルの制御信号を送受信する B P D U 送受信器と、ポートを遮断もしくは通過させるポート遮断器とを備えることを特徴とする。

【 0 0 3 8 】

請求項 1 7 の本発明は、複数のノードを接続したネットワーク上でスパニングツリーを構成するノードにおいて、配下に端末を収容しない少なくとも 4 つのノードにより異なる 2 つのネットワーク相互を接続する部分ネットワークを構成し、自身の部分ネットワークと隣接する他のネットワーク毎に、スパニングツリープロトコルに従ってスパニングツリーを作成して管理することを特徴とする。

【 0 0 3 9 】

請求項 1 8 の本発明によるノードは、前記部分ネットワークを、相対向する前記ノード間をリンクで接続した構成とし、前記部分ネットワークを構成する同数の 2 組のノードが、それぞれ異なるネットワークと接続することを特徴とする。

【 0 0 4 0 】

請求項 1 9 の本発明によるノードは、入力されたフレームの宛先 M A C アドレスに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する複数の転送器と、スパニングツリープロトコルに従い、前記ネットワーク毎にスパニングツリーを作成し、かつフレームの転送を行なう複数のツリーマネージャとを備えることを特徴とする。

【 0 0 4 1 】

請求項 2 0 の本発明によるノードは、自身の部分ネットワークのスパニングツリーを管理する前記ツリーマネージャと前記転送器を接続する自身の部分ネットワークへの出力ポートを 1 つにまとめた仮想ポートを備えることを特徴とする。

【 0 0 4 2 】

請求項 2 1 の本発明によるノードは、入力されたフレームの宛先 M A C アドレスに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する複数の転送器と、入力されたフレームの宛先 M A C アドレスに基づき宛先 R P R アドレス、リング I D 及び転送先ポートを決定する R P R フレーム転送器と、スパニングツリープロトコルに従い、前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成し、かつフレームの転送を行なう複数のツリーマネージャと、 T T L の減算及び T T L によってフレームの廃棄を行う T T L マネージャと、自身の部分ネットワークのスパニングツリーを管理する前記ツリーマネージャと前記 R P R フレーム転送器とを接続する自身の部分ネットワークへの出力ポートを 1 つにまとめた仮想ポートを備えることを特徴とする。

【 0 0 4 3 】

請求項 2 2 の本発明によるノードは、前記 T T L マネージャが、 T T L 値を参照してフレームを廃棄する T T L チェッカーと、 T T L 値を加減算する T T L コントローラとを備えることを特徴とする。

【 0 0 4 4 】

請求項 2 3 の本発明によるノードは、入力されたフレームの宛先 M A C アドレスに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する複数の転送器と、スパニングツリープロトコルに従い、前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成し、かつフレームの転送を行なう複数のツリーマネージャと、識別子によって入力された B P D U フレームの出力先のツリーマネージャを決定する B P D U 識別器とを備えることを特徴とする。

【 0 0 4 5 】

請求項 2 4 の本発明によるノードは、前記 B P D U 識別器が、ツリーマネージャを識別するためのタグもしくはビットを挿入する識別子挿入器と、ツリーマネージャを識別するために利用したタグもしくはビットを削除する識別子削除器とを備えることを特徴とする。

【 0 0 4 6 】

請求項 2 5 の本発明によるノードは、受信したフレームの入力ポート及び送信元 M A C アドレスを基にテーブル作成を行うアドレス学習器と、宛先 M A C アド

レスをキーとして送信先ポートを決定するテーブルとを備えることを特徴とする。

【 0 0 4 7 】

請求項 2 6 の本発明によるノードは、前記テーブルが、宛先 M A C アドレスを記載する宛先 M A C アドレスフィールドと、宛先 M A C アドレスに対する出力先ポートを示す出力ポートフィールドを備えることを特徴とする。

【 0 0 4 8 】

請求項 2 7 の本発明によるノードは、入力されたフレームの識別タグに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する複数の転送器と、入力されたフレームの識別タグ毎にスパニングツリープロトコルに従い前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成する多面ツリーマネージャと、前記多面ツリーマネージャと転送器を接続する自身の部分ネットワークへの出力ポートを 1 つにまとめた仮想ポートとを備えることを特徴とする。

【 0 0 4 9 】

請求項 2 8 の本発明によるノードは、障害検出フレームを送受信して障害検出を行う障害検出器を備えることを特徴とする。

【 0 0 5 0 】

請求項 2 9 の本発明によるノードは、前記障害検出器が、障害検出用フレームとそれ以外のフレームを分離する信号分離器と、障害検出用フレームを送受信する障害検出信号送受信器とを備えることを特徴とする。

【 0 0 5 1 】

請求項 3 0 の本発明によるノードは、2 重障害時にポートを遮断する遮断器を備えることを特徴とする。

【 0 0 5 2 】

請求項 3 1 の本発明によるノードは、入力されたフレームの識別タグに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する複数の転送器と、入力されたフレームの識別タグ毎にスパニングツリープロトコルに従い前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成する多面ツリーマネージャと、識別タグの挿入と削除を行うタグ操作器とを備えることを特徴とする。

【 0 0 5 3 】

請求項 3 2 の本発明によるノードは、前記ツリーマネージャが、スパニングツリープロトコルに従いポートの状態を決定するツリーコントローラと、スパニングツリープロトコルの制御信号を送受信する B P D U 送受信器と、ポートを遮断もしくは通過させるポート遮断器とを備えることを特徴とする。

【 0 0 5 4 】

請求項 3 3 の本発明は、複数のノードを接続したネットワーク上でスパニングツリーを構成するスパニングツリー構成方法であって、配下に端末を収容しない少なくとも 4 つのノードにより異なる 2 つのネットワーク相互を接続する部分ネットワークを構成し、自身の部分ネットワークと隣接する他のネットワーク毎に、スパニングツリープロトコルに従ってスパニングツリーを作成して管理することを特徴とする。

【 0 0 5 5 】

請求項 3 4 の本発明によるスパニングツリー構成方法は、入力されたフレームの宛先 M A C アドレスに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する転送工程と、スパニングツリープロトコルに従い、前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成し、かつフレームの転送を行なうツリーマネージャ工程とを有することを特徴とする。

【 0 0 5 6 】

請求項 3 5 の本発明によるスパニングツリー構成方法は、自身の部分ネットワークのスパニングツリーを管理する前記ツリーマネージャ工程と前記転送工程とを自身の部分ネットワークへの出力ポートを 1 つにまとめた仮想ポートにより接続する工程を有することを特徴とする。

【 0 0 5 7 】

請求項 3 6 の本発明によるスパニングツリー構成方法は、入力されたフレームの宛先 M A C アドレスに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する転送工程と、入力されたフレームの宛先 M A C アドレスに基づき宛先 R P R アドレス、リング I D 及び転送先ポートを決定する R P R フレーム転送工程と、スパニングツリープロトコルに従い、前記部分ネットワーク毎にスパニングツリー

を作成し、かつフレームの転送を行なうツリーマネージャ工程と、T T L の減算及びT T L によってフレームの廃棄を行うT T L マネージャ工程と、自身の部分ネットワークのスパニングツリーを管理する前記ツリーマネージャ工程と前記R P R フレーム転送工程とを自身の部分ネットワークへの出力ポートを1つにまとめた仮想ポートにより接続する工程を有することを特徴とする。

【0 0 5 8】

請求項37の本発明によるスパニングツリー構成方法は、前記T T L マネージャ工程が、T T L 値を参照してフレームを廃棄するT T L チェッカー工程と、T T L 値を加減算するT T L コントローラ工程とを有することを特徴とする。

【0 0 5 9】

請求項38の本発明によるスパニングツリー構成方法は、入力されたフレームの宛先M A C アドレスに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する転送工程と、スパニングツリープロトコルに従い、前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成し、かつフレームの転送を行なうツリーマネージャ工程と、識別子によって入力されたB P D U フレームの出力先のツリーマネージャ工程を決定するB P D U 識別工程とを有することを特徴とする。

【0 0 6 0】

請求項39の本発明によるスパニングツリー構成方法は、前記B P D U 識別工程が、ツリーマネージャ工程を識別するためのタグもしくはビットを挿入する識別子挿入工程と、ツリーマネージャ工程を識別するために利用したタグもしくはビットを削除する識別子削除工程とを有することを特徴とする。

【0 0 6 1】

請求項40の本発明によるスパニングツリー構成方法は、受信したフレームの入力ポート及び送信元M A C アドレスを基に、宛先M A C アドレスをキーとして送信先ポートを決定するテーブル作成を行うアドレス学習工程を有することを特徴とする。

【0 0 6 2】

請求項41の本発明によるスパニングツリー構成方法は、前記テーブルが、宛先M A C アドレスを記載する宛先M A C アドレスフィールドと、宛先M A C アド

レスに対する出力先ポートを示す出力ポートフィールドを備えることを特徴とする。

【 0 0 6 3 】

請求項 4 2 の本発明によるスパニングツリー構成方法は、入力されたフレームの識別タグに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する転送工程と、入力されたフレームの識別タグ毎にスパニングツリープロトコルに従い前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成する多面ツリーマネージャ工程と、前記多面ツリーマネージャ工程と転送工程を自身の部分ネットワークへの出力ポートを 1 つにまとめた仮想ポートによって接続する工程とを有することを特徴とする。

【 0 0 6 4 】

請求項 4 3 の本発明によるスパニングツリー構成方法は、障害検出フレームを送受信して障害検出を行う障害検出工程を有することを特徴とする。

【 0 0 6 5 】

請求項 4 4 の本発明によるスパニングツリー構成方法は、前記障害検出工程が、障害検出用フレームとそれ以外のフレームを分離する信号分離工程と、障害検出用フレームを送受信する障害検出信号送受信工程とを有することを特徴とする。

【 0 0 6 6 】

請求項 4 5 の本発明によるスパニングツリー構成方法は、2 重障害時にポートを遮断する遮断工程を有することを特徴とする。

【 0 0 6 7 】

請求項 4 6 の本発明によるスパニングツリー構成方法は、入力されたフレームの識別タグに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する転送工程と、入力されたフレームの識別タグ毎にスパニングツリープロトコルに従い前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成する多面ツリーマネージャ工程と、識別タグの挿入と削除を行うタグ操作工程とを有することを特徴とする。

【 0 0 6 8 】

請求項 4 7 の本発明によるスパニングツリー構成方法は、前記多面ツリーマネ

ージャ工程が、スパニングツリープロトコルに従いポートの状態を決定するツリーコントローラ工程と、スパニングツリープロトコルの制御信号を送受信するB P D U送受信工程と、ポートを遮断もしくは通過させるポート遮断工程とを有することを特徴とする。

【 0 0 6 9 】

請求項 4 8 の本発明は、複数のノードを接続したネットワーク上でスパニングツリーを構成する各ノード上で動作するスパニングツリー構成プログラムであって、配下に端末を収容しない少なくとも 4 つのノードにより異なる 2 つのネットワーク相互を接続する部分ネットワークを構成し、自身の部分ネットワークと隣接する他のネットワーク毎に、スパニングツリープロトコルに従ってスパニングツリーを作成して管理する機能を実行することを特徴とする。

【 0 0 7 0 】

請求項 4 9 の本発明によるスパニングツリー構成プログラムは、入力されたフレームの宛先M A Cアドレスに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する転送機能と、スパニングツリープロトコルに従い、前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成し、かつフレームの転送を行なうツリーマネージャ機能とを実行することを特徴とする。

【 0 0 7 1 】

請求項 5 0 の本発明によるスパニングツリー構成プログラムは、自身の部分ネットワークのスパニングツリーを管理する前記ツリーマネージャ機能と前記転送機能とを自身の部分ネットワークへの出力ポートを 1 つにまとめた仮想ポートにより接続する機能を有することを特徴とする。

【 0 0 7 2 】

請求項 5 1 の本発明によるスパニングツリー構成プログラムは、入力されたフレームの宛先M A Cアドレスに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する転送機能と、入力されたフレームの宛先M A Cアドレスに基づき宛先R P Rアドレス、リングI D及び転送先ポートを決定するR P Rフレーム転送機能と、スパニングツリープロトコルに従い、前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成し、かつフレームの転送を行なうツリーマネージャ機能と、T T L

の減算及びT T Lによってフレームの廃棄を行うT T Lマネージャ機能と、自身の部分ネットワークのスパニングツリーを管理する前記ツリーマネージャ機能と前記R P Rフレーム転送機能とを自身の部分ネットワークへの出力ポートを1つにまとめた仮想ポートにより接続する機能を実行することを特徴とする。

【0 0 7 3】

請求項5 2の本発明によるスパニングツリー構成プログラムは、前記T T Lマネージャ機能が、T T L値を参照してフレームを廃棄するT T Lチェッカー機能と、T T L値を加減算するT T Lコントローラ機能とを有することを特徴とする。

【0 0 7 4】

請求項5 3の本発明によるスパニングツリー構成プログラムは、入力されたフレームの宛先M A Cアドレスに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する転送機能と、スパニングツリープロトコルに従い、前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成し、かつフレームの転送を行なうツリーマネージャ機能と、識別子によって入力されたB P D Uフレームの出力先のツリーマネージャ機能を決定するB P D U識別機能とを実行することを特徴とする。

【0 0 7 5】

請求項5 4の本発明によるスパニングツリー構成プログラムは、前記B P D U識別機能が、ツリーマネージャ機能を識別するためのタグもしくはビットを挿入する識別子挿入機能と、ツリーマネージャ機能を識別するために利用したタグもしくはビットを削除する識別子削除機能とを有することを特徴とする。

【0 0 7 6】

請求項5 5の本発明によるスパニングツリー構成プログラムは、受信したフレームの入力ポート及び送信元M A Cアドレスを基に、宛先M A Cアドレスをキーとして送信先ポートを決定するテーブル作成を行うアドレス学習機能を有することを特徴とする。

【0 0 7 7】

請求項5 6の本発明によるスパニングツリー構成プログラムは、前記テーブルが、宛先M A Cアドレスを記載する宛先M A Cアドレスフィールドと、宛先M A

Cアドレスに対する出力先ポートを示す出力ポートフィールドを備えることを特徴とする。

【0 0 7 8】

請求項 5 7 の本発明によるスパニングツリー構成プログラムは、入力されたフレームの識別タグに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する転送機能と、入力されたフレームの識別タグ毎にスパニングツリープロトコルに従い前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成する多面ツリーマネージャ機能と、前記多面ツリーマネージャ機能と転送機能を自身の部分ネットワークへの出力ポートを 1 つにまとめた仮想ポートによって接続する機能とを有することを特徴とする。

【0 0 7 9】

請求項 5 8 の本発明によるスパニングツリー構成プログラムは、障害検出フレームを送受信して障害検出を行う障害検機能を実行することを特徴とする。

【0 0 8 0】

請求項 5 9 の本発明によるスパニングツリー構成プログラムは、前記障害検出機能が、障害検出用フレームとそれ以外のフレームを分離する信号分離機能と、障害検出用フレームを送受信する障害検出信号送受信機能とを有することを特徴とする。

【0 0 8 1】

請求項 6 0 の本発明によるスパニングツリー構成プログラムは、2 重障害時にポートを遮断するを遮断機能を実行することを特徴とする。

【0 0 8 2】

請求項 6 1 の本発明によるスパニングツリー構成プログラムは、入力されたフレームの識別タグに基づき転送先ポートを前記部分ネットワーク毎に決定する転送機能と、入力されたフレームの識別タグ毎にスパニングツリープロトコルに従い前記部分ネットワーク毎にスパニングツリーを作成する多面ツリーマネージャ機能と、識別タグの挿入と削除を行うタグ操作機能とを実行することを特徴とする。

【0 0 8 3】

請求項 6 2 の本発明によるスパニングツリー構成プログラムは、前記多面ツリーマネージャ機能が、スパニングツリープロトコルに従いポートの状態を決定するツリーコントローラ機能と、スパニングツリープロトコルの制御信号を送受信する B P D U 送受信機能と、ポートを遮断もしくは通過させるポート遮断機能とを有することを特徴とする。

【 0 0 8 4 】

請求項 6 3 の本発明によるネットワークシステムは、前記スパニングツリープロトコルの制御信号を、自ノードに隣接するノードであって、前記部分ネットワークと前記隣接する他のネットワークとの双方に接続されるノードに送信する際に、このノード固有のアドレスを前記スパニングツリープロトコルの制御信号の宛先として送信することを特徴とする。

【 0 0 8 5 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の好適な実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【 0 0 8 6 】

以下の説明では、スパニングツリープロトコル（I E E E 8 0 2 . 1 D）及び高速スパニングツリープロトコル（I E E E 8 0 2 . 1 w）をまとめて、スパニングツリーと表現することとする。

【 0 0 8 7 】

図 1 は、本発明を適用するネットワーク構成例を示すブロック図である。図示のネットワークは、3つの部分的なネットワーク 1、2、3によって構成されている。図 1 のネットワーク 1 を構成するノード 1 1 ~ 1 4 が本発明のノードであり、ノード 2 1, 2 2, 3 1, 3 2 は、従来のスパニングツリー対応ノードである。また、図 1 は、物理的には一つのネットワーク構成を示しているが、図 1 のようなネットワークが構成される場面としては以下に示す 2 通りのケースが考えられる。

【 0 0 8 8 】

一つは、複数のノードを接続した既設のネットワークにおいて、前記ネットワークをドメインによって複数の部分ネットワークに分割した場面で、このときに

部分ネットワーク 1 に属するノードを本発明によるノードと置換することで、図 1 のネットワークを構成することができる。

【0 0 8 9】

もう一つは、既設のネットワーク同士を接続する場面である。こちらの場面について図 1 を用いて説明する。ネットワーク 2 とネットワーク 3 とが既設である場合に、これらを接続するために、新たにノード 1 1 ～ 1 4 を敷設しネットワーク 1 を追加して、図 1 のネットワークを構成することができる。

【0 0 9 0】

本発明は、上述の既存のネットワークを分割しその一部のノードを本発明のノードに置き換えた場面、および、別々に存在する既存のネットワークを本発明によるノードを用いて接続する場面の何れの場面においても適用可能である。

【0 0 9 1】

以下では、後者の場面に基づいて説明を行うが、前者の場面であっても、図 1 に示した物理的なネットワークの構成は同じであるので、同様の動作が可能である。

【0 0 9 2】

ネットワーク 1 は、ネットワーク 2 とネットワーク 3 を、相互に接続するための、スパニングツリーもしくはレジリエント・パケット・リング（R P R）等のプロトコル（以下、接続プロトコルという）が動作するネットワークである。ネットワーク 1 は、本発明によるノード 1 1 ～ 1 4 の 4 つのノードを有する。

【0 0 9 3】

ネットワーク 2 は、スパニングツリーが動作する既設のネットワークであり、ノード 1 1 及びノード 1 2 を介してネットワーク 1 と接続されている。このネットワーク 2 は、ノード 2 1 及びノード 2 2 を有する。ノード 2 1、2 2 は必ずしも本発明によるノードである必要はない。

【0 0 9 4】

ネットワーク 3 は、スパニングツリーが動作する既設のネットワークであり、ノード 1 3 及びノード 1 4 を介してネットワーク 1 と接続されている。このネットワーク 3 は、ノード 3 1 及びノード 3 2 を有する。ノード 3 1、3 2 は必ずし

も本発明によるノードである必要はない。

【0095】

ネットワーク 1 内に存在するノード 1 1 は、配下に端末を収容しないノードであり、既設のネットワーク 2 側のスパニングツリーを管理するツリーマネージャ（図 2 のツリーマネージャ 1 0 4 に相当）と、ネットワーク 1 のスパニングツリーもしくは他の接続プロトコルを制御するマネージャ（図 2 のツリーマネージャ 1 0 8 に相当）とを備える。このように、本発明によるノード 1 1 は、2 系統のスパニングツリーのそれぞれを制御するツリーマネージャを別々に有している。このノード 1 1 は、ノード 2 1、ノード 2 2、ノード 1 2、ノード 1 3 とそれぞれ物理的に接続されている。

【0096】

ネットワーク 1 内に存在する本発明によるノード 1 2 は、配下に端末を収容しないノードであり、ネットワーク 2 側のスパニングツリーを管理するツリーマネージャ（図 2 のツリーマネージャ 1 0 4 に相当）と、ネットワーク 1 のスパニングツリーもしくは他の接続プロトコルを制御するマネージャ（図 2 のツリーマネージャ 1 0 8 に相当）とを備える。このノード 1 2 は、ノード 2 1、ノード 2 2、ノード 1 1、ノード 1 4 とそれぞれ物理的に接続されている。

【0097】

ネットワーク 1 内に存在する本発明によるノード 1 3 は、配下に端末を収容しないノードであり、ネットワーク 3 側のスパニングツリーを管理するツリーマネージャ（図 2 のツリーマネージャ 1 0 4 に相当）と、ネットワーク 1 のスパニングツリーもしくは他の接続プロトコルを制御するマネージャ（図 2 のツリーマネージャ 1 0 8 に相当）とを備える。このノード 1 3 は、ノード 1 1、ノード 1 4、ノード 3 1、ノード 3 2 とそれぞれ物理的に接続されている。

【0098】

ネットワーク 1 内に存在する本発明によるノード 1 4 は、配下に端末を収容しないノードであり、ネットワーク 3 側のスパニングツリーを管理するツリーマネージャ（図 2 のツリーマネージャ 1 0 4 に相当）と、ネットワーク 1 のスパニングツリーもしくは他の接続プロトコルを制御するマネージャ（図 2 のツリーマネ

ージャ 1 0 8 に相当) とを備える。このノード 1 4 は、ノード 1 2、ノード 1 3、ノード 3 1、ノード 3 2 とそれぞれ物理的に接続されている。

【 0 0 9 9 】

このように、ノード 1 2 ～ 1 3 も、ノード 1 1 と同様に、2 系統のスパニングツリーのそれぞれを制御するツリーマネージャを別々に有している。

【 0 1 0 0 】

ネットワーク 2 内に存在するノード 2 1 は、スパニングツリーを管理するツリーマネージャ (図 2 のツリーマネージャ 1 0 4 に相当) を備えていけばよい。このノード 2 1 は、ノード 2 2、ノード 1 1、及びノード 1 2 に物理的に接続されている。

【 0 1 0 1 】

ネットワーク 2 内に存在するノード 2 2 は、ノード 2 1 と同様のノードである。このノード 2 2 は、ノード 2 1、ノード 1 1、及びノード 1 2 に物理的に接続されている。

【 0 1 0 2 】

ネットワーク 3 内に存在するノード 3 1 は、スパニングツリーを管理するツリーマネージャ (図 2 のツリーマネージャ 1 0 4 に相当) を備えていけばよい。このノード 3 1 はノード 3 2、ノード 1 3、及びノード 1 4 に物理的に接続されている。

【 0 1 0 3 】

ネットワーク 3 内に存在するノード 3 2 は、ノード 3 1 と同様のノードである。このノード 3 2 は、ノード 3 1、ノード 1 3、及びノード 1 4 に物理的に接続されている。

【 0 1 0 4 】

ポート 1 1 1、ポート 1 1 2、ポート 1 2 1、ポート 1 2 2 は、ノード 1 1 ～ 1 2 に属し、ネットワーク 2 を接続するためのポートである。

【 0 1 0 5 】

ポート 1 1 3、ポート 1 1 4、ポート 1 2 3、ポート 1 2 4、ポート 1 3 3、ポート 1 3 4、ポート 1 4 3、ポート 1 4 4 は、ノード 1 1 ～ 1 4 に属し、ネッ

トワーク 1 を接続するためのポートである。

【0 1 0 6】

ポート 1 3 1、ポート 1 3 2、ポート 1 4 1、ポート 1 4 2 は、ノード 1 3 ～ 1 4 に属し、ネットワーク 3 を接続するためのポートである。

【0 1 0 7】

(第 1 の実施の形態)

図 2 は、図 1 におけるノード 1 1 の第 1 の実施の形態による構成を詳細に示したブロック図である。

【0 1 0 8】

図 2 において、設定部 1 0 0 U は、初期設定として、キーボード、マウス、T E L N E T、W E B 等の手段を用いて、以下の (1) ～ (6) に挙げる設定命令を受け付ける。さらに、(1) の設定結果に基づき、ポート 1 1 1 ～ポート 1 1 4 を、既設のネットワークのスパニングツリーを管理するツリーマネージャ 1 0 4、もしくは障害検出器 1 0 9 のどちらか一方に接続するほか、(2) ～ (5) の設定結果に基づき、転送器 1 0 1、転送器 1 0 5 を設定し、さらに (5) および (6) の設定結果に基づき、ツリーマネージャ 1 0 4、ツリーマネージャ 1 0 8 の設定も行う。

【0 1 0 9】

(1) 各ポートがネットワーク 1 とネットワーク 2 のどちらに属するか。

【0 1 1 0】

(2) ネットワーク 2 側スパニングツリー作成用の B P D U フレームをネットワーク 1 側に送信する場合に宛先となるノード (ネットワーク 1 とネットワーク 2 の両方に接続された隣接ノード) のノード I D。

【0 1 1 1】

(3) ノード (ノード 1 1) が主に所属するネットワーク (図 1 ではネットワーク 1)。

【0 1 1 2】

(4) 2 重障害時にネットワーク 2 側ポートを遮断するかしないか。

【0 1 1 3】

この設定命令は、例えば、後述する 2 重障害の発生においてルート／ノード信号の送信に利用される。

【 0 1 1 4 】

(5) (2) で設定したノードが接続されているポート。

【 0 1 1 5 】

(6) I E E E 8 0 2 . 1 D もしくは I E E E 8 0 2 . 1 W に規定されている、ポート、リンクのコスト及び、ノードのプライオリティ。

【 0 1 1 6 】

なお、ネットワーク 1 のノード 1 2、1 3、1 4 についても、図 2 と同様の構成となっている。この場合、上記のノード 1 1 の説明におけるポート 1 1 1 ～ポート 1 1 4 がそれぞれのノードのポートとなり、ネットワーク 2 がノード 1 2 ではネットワーク 2 のままで、ノード 1 3、1 4 ではネットワーク 3 となる。

【 0 1 1 7 】

転送器 1 0 1 は、ツリーマネージャ 1 0 4 より入力されたフレームのヘッダ等の情報を参照し、テーブル 1 0 3 に記載された出力ポートに、入力された前記フレームを転送する。仮に、テーブル 1 0 3 に出力先ポートの記載がない場合は、入力ポート以外のポートに、入力されたフレームをコピーして転送する。

【 0 1 1 8 】

アドレス学習器 1 0 2 は、転送器 1 0 1 に入力されるフレームのソースアドレスを基に、テーブル 1 0 3 に宛先アドレスに対応した出力ポート等の経路情報を書き込む。

【 0 1 1 9 】

テーブル 1 0 3 は、宛先 M A C アドレスに対応する出力ポートが記載されるテーブルである。テーブル 1 0 3 への書き込みはアドレス学習器 1 0 2 によって行われ、テーブル 1 0 3 に記載された経路情報は、転送器 1 0 1 によって読み出される。

【 0 1 2 0 】

ツリーマネージャ 1 0 4 は、以下に挙げる 3 つの機能を有する。

【 0 1 2 1 】

(1) ポート 1 1 1、ポート 1 1 2、及び仮想ポート 1 1 6 から入力されたフレームをスパニングツリー上の経路に沿ってフレーム転送するために、転送器 1 0 1 へのフレームの転送もしくは廃棄を行う。

【 0 1 2 2 】

(2) 転送器 1 0 1 から入力されたフレームをスパニングツリー上の経路に沿ってフレーム転送するために、ポート 1 1 1、ポート 1 1 2、及び仮想ポート 1 1 6 へのフレームの転送もしくは廃棄を行う。

【 0 1 2 3 】

(3) スパニングツリーの作成のために、ポート 1 1 1、ポート 1 1 2、及び仮想ポート 1 1 6 との間で、B P D U フレームの送受信を行う。そして、B P D U フレームに記載されたコマンドに従ってスパニングツリープロトコルを用いて、その内部に有するポート遮断器 (図 4 の 1 0 4 5 ~ 1 0 4 7) を制御することで、ネットワーク 2 のスパニングツリーを作成する。

【 0 1 2 4 】

転送器 1 0 5 は、ツリーマネージャ 1 0 8 より入力されたフレームのヘッダ等の情報を参照し、テーブル 1 0 7 に記載された出力ポートに、前記フレームを転送する。仮に、テーブル 1 0 7 に出力先ポートの記載がない場合は、入力ポート以外のポートに、入力されたフレームをコピーして転送する。

【 0 1 2 5 】

アドレス学習器 1 0 6 は、転送器 1 0 5 に入力されるフレームのソースアドレスを基に、テーブル 1 0 7 に宛先アドレスに対応した出力ポート等の経路情報を書き込む。

【 0 1 2 6 】

テーブル 1 0 7 は、宛先 M A C アドレスに対応する出力ポートが記載されるテーブルである。テーブルへの書き込みはアドレス学習器 1 0 6 によって行われ、前記テーブル 1 0 7 に記載された経路情報は、転送器 1 0 5 によって読み出される。

【 0 1 2 7 】

ツリーマネージャ 1 0 8 は、以下に挙げる 4 つの機能を有する。

【 0 1 2 8 】

(1) ポート 1 1 3、ポート 1 1 4 から入力されたフレームを、スパニングツリー上の経路に沿ってフレーム転送するために、フレームの転送器 1 0 5 への転送もしくは廃棄を行う。

【 0 1 2 9 】

(2) 転送器 1 0 5 から入力されたフレームを、スパニングツリー上の経路に沿ってフレーム転送するために、ポート 1 1 3、ポート 1 1 4 へ転送もしくは廃棄を行う。

【 0 1 3 0 】

(3) スパニングツリーの作成のために、ポート 1 1 3 及びポート 1 1 4 との間で、B P D U フレームの送受信を行う。そして、B P D U フレームに記載されたコマンドに従ってスパニングツリープロトコルを用いて、その内部に有するポート遮断器 (図 4 の 1 0 4 5 ~ 1 0 4 6) を制御することで、ネットワーク 1 についてのスパニングツリーを構築する。

【 0 1 3 1 】

(4) 障害検出器 1 0 9 からの障害信号を受け、スパニングツリーの障害検出を高速化する。

【 0 1 3 2 】

障害検出器 1 0 9 は、ポート 1 1 3 及びポート 1 1 4 に対して、障害検出用フレームをあらかじめ定められた時間間隔で定期的を送る。また、ポート 1 1 3 及びポート 1 1 4 から、障害検出用フレームを受信し、前記障害検出用フレームの到着間隔があらかじめ定められた時間間隔を超えている場合に、ツリーマネージャ 1 0 8 に対して障害信号を発信する。

【 0 1 3 3 】

仮想ポート 1 1 6 は、ノード 1 1 の内部的なポートであり、ツリーマネージャ 1 0 4 と転送器 1 0 5 との間で、フレームの送受信を中継する。

【 0 1 3 4 】

仮想ポートは、ネットワーク 1 に属し、既存のネットワーク 2 のスパニングツリーに対するツリーマネージャを持つノードでは、他の隣接するノードであって

、「ネットワーク 1 に属しネットワーク 2 のスパニングツリーに対するツリーマネージャを持つノード」の数だけの仮想ポートを持つ。ノード 1 1（図 2）では、この条件を満たす隣接ノードは、ノード 1 2 のみであるので、仮想ポートは 1 つとなっている。

【0 1 3 5】

同様に、ネットワーク 1 に属し、既設のネットワーク 3 のスパニングツリーに対するツリーマネージャを持つノードでは、他の隣接するノードであって、「ネットワーク 1 に属しネットワーク 3 のスパニングツリーに対するツリーマネージャを持つノード」の数だけの仮想ポートを持つ。

【0 1 3 6】

従って、図 1 におけるノード 1 1 及びノード 1 3 では、それぞれ仮想ポート 1 1 6 が 1 つ設置されることになる。

【0 1 3 7】

図 3 は、図 2 におけるテーブル 1 0 3 の構成例を詳細に示した図である。

【0 1 3 8】

宛先 MAC 1 0 3 1 は、転送器 1 0 1 が出力ポートを検索する際の検索キーとなるフィールドであり、MAC アドレスが記載される。

【0 1 3 9】

出力ポート 1 0 3 2 は、宛先 MAC 1 0 3 1 に対応する出力ポート ID が記載されるフィールドである。このフィールドには 1 つもしくは複数のポート ID、及び仮想ポート ID が記載される。例えば、入力フレームの宛先 MAC アドレスが “1A 12 26 4F 5G 08” となっていたら、当該フレームは出力ポート 1 1 1 に出力するように転送器 1 0 1 は制御を行う。

【0 1 4 0】

図 4 は、図 2 におけるツリーマネージャ 1 0 4 の構成を詳細に示したブロック図である。

【0 1 4 1】

ツリーコントローラ 1 0 4 1 は、BPDU 送受信機 1 0 4 2 ～ BPDU 送受信機 1 0 4 4 が受信する BPDU フレームの情報に基づいて、ループが発生しない

ように論理ネットワーク（スパニングツリー）を構築するために、ポート遮断機 1 0 4 5 ～ポート遮断機 1 0 4 7 を用いて、ポート 1 1 1、ポート 1 1 2、仮想ポート 1 1 6 を開閉する。

【0 1 4 2】

B P D U 送受信機 1 0 4 2 は、スパニングツリーで規定されている B P D U フレームを送受信する。B P D U 送受信機 1 0 4 2 は、以下の動作を行う。

【0 1 4 3】

（1）ポート 1 1 1 から入力されたフレームの宛先 M A C アドレスを確認し、宛先 M A C アドレスが B P D U 用の特殊アドレスであるブリッジグループアドレス（0 1 - 8 0 - C 2 - 0 0 - 0 0 - 0 0）である場合にはそのフレームを受信し、ツリーコントローラ 1 0 4 1 と連携して、スパニングツリー作成処理を行う。

【0 1 4 4】

（2）ポート 1 1 1 から入力されたフレームの宛先 M A C アドレスがブリッジグループアドレスでない場合は、データフレームの入力があったとみなし、前記フレームをポート遮断器 1 0 4 5 に転送する。

【0 1 4 5】

（3）ツリーコントローラ 1 0 4 1 からの要請で B P D U フレームを送信する場合、B P D U フレームを作成して、ポート 1 1 1 に送信する。

【0 1 4 6】

（4）ポート遮断器 1 0 4 5 から入力されたフレームに対しては何ら処理を加えることなくそのままポート 1 1 1 に向けて転送する。

【0 1 4 7】

B P D U 送受信器 1 0 4 3 は、上述した B P D U 送受信器 1 0 4 2 と同様の動作を行う。

【0 1 4 8】

また、B P D U 送受信器 1 0 4 4 は、以下の動作を行う。

【0 1 4 9】

(1) 仮想ポート 1 1 6 から入力されたフレームの宛先MACアドレスを確認し、宛先MACがBPDU用の特殊アドレスであるブリッジグループアドレス (0 1 - 8 0 - C 2 - 0 0 - 0 0 - 0 0) である場合にはそのフレームを受信し、ツリーコントローラ 1 0 4 1 と連携して、スパニングツリー作成処理を行う。

【0 1 5 0】

(2) 仮想ポート 1 1 6 から入力されたフレームの宛先MACアドレスがブリッジグループアドレスでない場合であっても、フレームの中身を確認し、BPDUフレームである場合は、前記フレームを受信し、ツリーコントローラ 1 0 4 1 と連携して、スパニングツリー作成処理を行う。

【0 1 5 1】

(3) 仮想ポート 1 1 6 から入力されたフレームの宛先MACアドレスがブリッジグループアドレスでなく、かつBPDUフレームでもない場合は、前記フレームをポート遮断器 1 0 4 7 に転送する。

【0 1 5 2】

(4) ポート遮断器 1 0 4 7 から入力されたフレームに対しては何ら処理を加えることなくそのまま仮想ポート 1 1 6 に向けて転送する。

【0 1 5 3】

(5) ツリーコントローラ 1 0 4 1 からの要請でBPDUフレームを送信する場合は、仮想ポート 1 1 6 に接続されているため、送信するBPDUフレームの宛先MACにはブリッジグループアドレスではなく、初期設定の(2)であらかじめ設定したノードのMACアドレスを宛先アドレスとしてBPDUフレームを作成し、仮想ポート 1 1 6 に送信する。

【0 1 5 4】

この(5)の動作に関し、例えば、ノード 1 1 のBPDU送受信器 1 0 4 4 では、ノード 1 2 のMACアドレスを宛先として指定し、ノード 1 2 のBPDU送受信器 1 0 4 4 では、ノード 1 1 のMACアドレスを宛先として指定する。こうすることにより、ネットワーク 2 に作成されるスパニングツリーとネットワーク 1 に作成されるスパニングツリーを分離して別々に作成することが可能となる。また、同様に、ノード 1 3 のBPDU送受信器 1 0 4 4 では、ノード 1 4 のMA

C アドレスを指定し、ノード 1 4 の B P D U 送受信器 1 0 4 4 では、ノード 1 3 の M A C アドレスを指定する。この動作は、仮想ポートに接続された B P D U 送受信器でのみ行い、通常のポートに接続された B P D U 送受信器では、宛先 M A C にはブリッジグループアドレスを利用する。

【 0 1 5 5 】

ポート遮断器 1 0 4 5 は、ツリーコントローラ 1 0 4 1 からの命令を受け、ポートの開閉を行う。

【 0 1 5 6 】

ポート遮断器 1 0 4 5 が、ツリーコントローラ 1 0 4 1 からポートを開けるように指示を受けた場合は、B P D U 送受信器 1 0 4 2 から入力されるフレームを、転送器 1 0 1 に向けて転送し、さらに、転送器 1 0 1 から入力されたフレームは、B P D U 送受信器 1 0 4 2 に向けて転送する。

【 0 1 5 7 】

ポート遮断器 1 0 4 5 が、ツリーコントローラ 1 0 4 1 から、論理的にネットワークを切断するためにポートを閉めるよう指示を受けた場合は、B P D U 送受信器 1 0 4 2 から入力されるフレーム及び、転送器 1 0 1 から入力されるすべてのフレームを廃棄する。

【 0 1 5 8 】

ポート遮断器 1 0 4 6 及び 1 0 4 7 は、ポート遮断器 1 0 4 5 と同様の動作を行う。

【 0 1 5 9 】

図 5 は、図 2 におけるテーブル 1 0 7 の構成例を詳細に示した図である。

【 0 1 6 0 】

宛先 M A C 1 0 7 1 は、転送器 1 0 5 が出力ポートを検索する際の検索キーとなるフィールドであり、M A C アドレスが記載される。

【 0 1 6 1 】

出力ポート 1 0 7 2 は、宛先 M A C 1 0 7 1 に対応する出力ポート I D が記載されるフィールドである。このフィールドには 1 つもしくは複数のポート I D、及び仮想ポート I D が記載される。

【 0 1 6 2 】

図 6 は、図 2 におけるツリーマネージャ 1 0 8 の構成を詳細に示したブロック図である。

【 0 1 6 3 】

ツリーコントローラ 1 0 4 1 A は、B P D U 送受信機 1 0 4 2 A 及び B P D U 送受信機 1 0 4 3 A が受信する B P D U フレームの情報、及び障害検出器 1 0 9 からの情報に基づいて、ループが発生しないように論理ネットワーク（スパニングツリー）を構築するために、ポート遮断機 1 0 4 5 及びポート遮断機 1 0 4 6 A を用いて、ポート 1 1 3、ポート 1 1 4 を開閉する。

【 0 1 6 4 】

B P D U 送受信機 1 0 4 2 A は、スパニングツリーで規定されている B P D U フレームを送受信する。B P D U 送受信機 1 0 4 2 A は、ポート 1 1 3 からフレームの入力を受けると、入力されたフレームの宛先 M A C アドレスを確認し、宛先 M A C が B P D U 用の特殊アドレスであるブリッジグループアドレス（0 1 - 8 0 - C 2 - 0 0 - 0 0 - 0 0）である場合にはそのフレームを受信し、ツリーマネージャ 1 0 4 1 A と連携してスパニングツリー作成処理を行う。入力されたフレームの宛先 M A C アドレスがブリッジグループアドレスでない場合は、データフレームの入力があったとみなし、前記フレームをポート遮断器 1 0 4 5 A に転送する。

【 0 1 6 5 】

B P D U 送受信器 1 0 4 3 A は、B P D U 送受信器 1 0 4 2 A と同様の動作を行う。

【 0 1 6 6 】

ポート遮断器 1 0 4 5 A は、ツリーコントローラ 1 0 4 1 A からの命令を受け、ポートの開閉を行う。

【 0 1 6 7 】

ポート遮断器 1 0 4 5 A が、ツリーコントローラ 1 0 4 1 A からポートを開けるように指示を受けた場合は、B P D U 送受信器 1 0 4 2 A から入力されるフレームを、転送器 1 0 5 に向けて転送し、さらに、転送器 1 0 5 から入力されたフ

フレームは、B P D U 送受信器 1 0 4 2 A に向けて転送する。

【 0 1 6 8 】

ポート遮断器 1 0 4 5 A が、ツリーコントローラ 1 0 4 1 A から、論理的にネットワークを切断するためにポートを閉めるよう指示を受けた場合は、B P D U 送受信器 1 0 4 2 A から入力されるフレーム及び、転送器 1 0 5 から入力されるすべてのフレーム廃棄する。

【 0 1 6 9 】

ポート遮断器 1 0 4 6 A は、ポート遮断器 1 0 4 5 A と同様の動作を行う。

【 0 1 7 0 】

図 7 は、図 2 における障害検出器 1 0 9 の構成を詳細に示したブロック図である。

【 0 1 7 1 】

信号分離機 1 0 9 1 は、ポート 1 1 3 から入力された障害検出信号を、障害検出信号送受信器 1 0 9 3 に転送し、ポート 1 1 3 から入力された障害検出信号以外の信号を、ポートポート 1 1 3 出力を通じてツリーマネージャ 1 0 8 に転送する。さらに、障害検出信号送受信器 1 0 9 3 から送信された障害検出信号を、ポート 1 1 3 に向けて転送し、また、ツリーマネージャ 1 0 8 から入力された信号を、ポート 1 1 3 に向けて転送する。

【 0 1 7 2 】

信号分離機 1 0 9 2 は、信号分離機 1 0 9 1 と同様の動作を行う。

【 0 1 7 3 】

障害検出信号送受信器 1 0 9 3 は、あらかじめ定められた間隔で障害検出信号を信号分離機 1 0 9 1 に向けて送信し、また、信号分離機 1 0 9 1 より受信した障害検出信号の到着間隔等から障害を検出し、ツリーマネージャ 1 0 8 に対して通知する。

【 0 1 7 4 】

障害検出信号送受信器 1 0 9 4 は、障害検出信号送受信器 1 0 9 3 と同様の動作を行う。

【 0 1 7 5 】

(第 1 の実施の形態の動作例 1 : 図 1 のトポロジにおいて境界上をブロッキングさせずスパニングツリーを構築)

次に図 1 および図 3 0 を参照し、本実施の形態における第 1 の動作例について、具体例を示して詳細に記述する。

【 0 1 7 6 】

本動作例では、図 1 に示す物理トポロジからなるネットワークにおいて、スパニングツリーを構築し、データの転送を可能にする動作について説明する。

【 0 1 7 7 】

まず、ネットワーク 1 に属するノード 1 1 ~ 1 4 において、接続側 (ネットワーク 1 側) のツリーマネージャ 1 0 8 を稼働させてネットワーク 1 のスパニングツリーを作成する。この時点では、既設側 (ネットワーク 2 側) のツリーマネージャ 1 0 4 を、まだ作動させないでおく。すると、ノード 1 1 のツリーマネージャ 1 0 8 からは、ポート 1 1 1 および 1 1 2 は認識できないので、ツリーマネージャ 1 0 8 から認識されるネットワーク構成、つまり、ネットワーク 1 の構成は、図 3 0 の (a) に示すようになる。そして、ノード 1 1 ~ 1 4 のツリーマネージャ 1 0 8 が B P D U フレームをやり取りしつつネットワーク 1 のスパニングツリーを作成する。作成されるスパニングツリーの形状の一例を、図 3 0 (a) の太線で示す。なお、スパニングツリーの形状は、I E E E 8 0 2 . 1 D もしくは I E E E 8 0 2 . 1 W に記されている方式に従い、リンクおよびポートに設定されたコストや、ノードに設定されたプライオリティによって決定する。以降、ここで作成したスパニングツリーを、ネットワーク 1 のツリーと呼ぶ。

【 0 1 7 8 】

次に、ネットワーク 1 のツリーが安定した後に、既設側のネットワーク 2 のツリーを作成する。ここで安定とは、B P D U フレームが H e l l o T i m e r で指定された時間間隔より短い時間間隔で出力されなくなったことや、スパニングツリーのツリー構造が一定時間以上変化しなくなった状態のことを言う。

【 0 1 7 9 】

ネットワーク 2 のツリーを作成するために、ノード 1 1 および 1 2 のツリーマネージャ 1 0 4、ならびに、ノード 2 1、2 2 およびネットワーク 2 に属する他

のノードのツリーマネージャを稼働させる。そして、ノード 1 1 および 1 2 のツリーマネージャ 1 0 4、ならびに、ノード 2 1、2 2 およびネットワーク 2 に属する他のノードのツリーマネージャが B P D U フレームをやり取りしつつネットワーク 2 のスパニングツリーを作成する。このとき、ノード 1 1 では、ネットワーク 2 のツリーの作成を行うツリーマネージャ 1 0 4 が、スパニングツリー作成のために B P D U フレームを送信する際に、送信する B P D U フレームのうち、ネットワーク 1 側、つまり仮想ポート 1 1 6 に送信する B P D U フレームに関しては、ブリッジグループアドレスではなく、あらかじめ設定部 1 0 0 U の (2) の設定命令で設定されたノードの M A C アドレス（この場合はノード 1 2 の M A C アドレス）を宛先アドレスとして仮想ポート 1 1 6 に送信する。

【 0 1 8 0 】

同様に、ノード 1 2 は、ツリーマネージャ 1 0 4 が送信する B P D U フレームのうち、ネットワーク 1 側、つまり仮想ポート 1 1 6 に送信する B P D U フレームに関しては、ブリッジグループアドレスではなく、あらかじめ設定部 1 0 0 U の (2) の設定命令で設定されたノードの M A C アドレス（この場合はノード 1 1 の M A C アドレス）を宛先アドレスとして仮想ポート 1 1 6 に送信する。

【 0 1 8 1 】

上述の処理によってノード 1 2 より、ブリッジグループアドレスではなく、宛先アドレスとしてノード 1 1 の M A C アドレスを指定してネットワーク 1 側に送信された B P D U フレームは、ネットワーク 1 内ではデータフレームと同様に扱われて転送され、ノード 1 1 に届く。ノード 1 1 は、この B P D U フレームをポート 1 1 3 または 1 1 4 で受信する。当該受信したフレームは、宛先アドレスがブリッジグループアドレスではないので、ツリーマネージャ 1 0 8 内の B P D U 送受信器 1 0 4 3 を通過し転送器 1 0 5 まで到達する。そして、転送器 1 0 5 において、当該フレームは、自ノード宛のフレームであると認識されるので、仮想ポート 1 1 6 に転送される。そして、当該フレームは、仮想ポート 1 1 6 を経由してツリーマネージャ 1 0 4 の B P D U 送受信器 1 0 4 4 に到達する。ここで、B P D U 送受信器 1 0 4 4 は、当該フレームを受信し、フレーム内容を確認して当該フレームが B P D U フレームであることを知るので、ツリーコントローラ 1

0 4 1 と連携して、ネットワーク 2 のスパニングツリー作成処理を行う。

このとき、ノード 1 2 からノード 1 1 に送られる B P D U フレームは、ノード 1 4、ノード 1 3 を経由して送られても構わない。この B P D U フレームの宛先にはノード 1 1 の M A C アドレスが格納されているので、ノード 1 3 やノード 1 4 では、何ら処理されないからである。そして、ノード 1 1 では、ノード 1 4、ノード 1 3 経由で送られた B P D U フレームをポート 1 1 3 で受信し、それ以降の処理は、上記と同じである。

【 0 1 8 2 】

上記動作例によると、ネットワーク 2 側のスパニングツリー作成時には、ツリーマネージャ 1 0 4 から見て、ノード 1 1 と 1 2 の間は常に隣接した 1 本のリンクのように見える。理由は以下の通りである。ツリーマネージャ 1 0 4 からは、ポート 1 1 3、1 1 4 は認識できず、仮想ポート 1 1 6 のみが認識できる。そして、ツリーマネージャ 1 0 4 から仮想ポート 1 1 6 に送信される B P D U フレームの宛先は、隣接ノード(ノード 1 1 または 1 2)の M A C アドレスに置換されているので、ツリーマネージャ 1 0 4 からはノード 1 3、1 4 を認識することができないからである。この結果、ツリーマネージャ 1 0 4 から認識されるネットワーク構成、つまり、ネットワーク 2 の構成は、図 3 0 の (b) に示すようになる。そして、この動作によって、作成されるスパニングツリーの一例を、図 3 0 (b) に太線で示す。この例は、ノード 2 1 がネットワーク 2 のツリーのルートノードとなっている例である。

【 0 1 8 3 】

なお、ループ発生を防止するために、ノード 1 1 と 1 2 の間のリンクが、常にツリーの枝になるように設定する必要がある。通常のスパニングツリープロトコルを用いるのであれば、ネットワーク 2 から見たノード 1 1 とノード 1 2 の間のリンク、つまり仮想ポート 1 1 6 のコストを最小にすることで、ノード 1 1 と 1 2 との間のリンクをツリーの枝に設定することができる。なお、ツリーマネージャ 1 0 4 に、仮想ポートに接続された特殊なリンクであることを認識させる方法としては、上述のコストを用いるほか、フレーム内に挿入されたタグやフラグ等の識別子を用いることもでき、また、ノード 1 1 と 1 2 の間のリンクがスパニン

グツリーの枝になるような設定が可能な方法であれば、他の方法を用いても良い。

【0 1 8 4】

上記の動作を、ネットワーク 3 についても同様に行う。ノード 1 3 において、ネットワーク 3 のツリー作成を行うツリーマネージャ 1 0 4 から、ネットワーク 1 側に B P D U フレームを送信する場合には、ノード 1 3 は宛先 M A C アドレスにノード 1 4 の M A C アドレスを付加した B P D U フレームをネットワーク 1 側（仮想ポート 1 1 6）に送信する。ノード 1 3, 1 4 のツリーマネージャ 1 0 4 から認識されるネットワーク構成、つまり、ネットワーク 3 の構成は、図 3 0 の（c）に示すようになる。この例では、ノード 3 1 がネットワーク 3 のツリーのルートノードとなって作成された、ネットワーク 3 から見たスパニングツリーを太線で示している。

【0 1 8 5】

ここで、実際のスパニングツリーでは、図 8 に示すように、ノード 1 3 と 1 4 の間は切断されている。しかし、ネットワーク 3 から見ると、ノード 1 3 と 1 4 の間は接続されているように見える。これは、ネットワーク 3 では、ノード 1 3 と 1 4 の間は常に隣接した 1 本のリンクのように見えており、そして、実際のスパニングツリーでは、このノード 1 3 と 1 4 の間は、ネットワーク 1 によりノード 1 3 - 1 1 - 1 2 - 1 4 の経路によって接続されているからである。

【0 1 8 6】

同様に、ノード 1 4 が、ネットワーク 3 のツリー作成のために、ツリーマネージャ 1 0 4 から B P D U フレームをネットワーク 1 側（仮想ポート 1 1 6）に送信する場合は、ノード 1 3 の宛先 M A C アドレスを付加して送信する。

【0 1 8 7】

以上の動作を行い、ネットワーク 1 ~ 3 の各ネットワークのためのスパニングツリー作成が完了すると、ネットワークの論理トポロジ（スパニングツリー）は、ループが生じない形状となって収束する。完成したツリーの構成例を、図 8 に示す。なお、ツリー構成は、リンクコスト等のパラメータによって変化するため、図 1 の物理トポロジを持ったネットワークにおいて、必ずしも図 8 のツリー構

成になるとは限らない。このように構築されたツリー上に、通常のネットワークと同様にデータフレームを流すことにより、フレームを転送することができる。

【0 1 8 8】

このフレーム転送は、通常のネットワークと同様に、各ノードにおいて、フレームの送信先アドレスとテーブル 1 0 3、1 0 7 の内容とを比較参照することで、送信先ポートを決定し転送することで行われる。そして、テーブル 1 0 3、1 0 7 の内容は、アドレス学習器 1 0 2、1 0 6 において、入力フレームのソースアドレスに基づいて決定されるが、本発明のノードでは、仮想ポート 1 1 6 が存在し、テーブル 1 0 3、1 0 7 の出力ポートとして、この仮想ポート 1 1 6 が書き込まれる場合もある。従って、本発明のアドレス学習器 1 0 2、1 0 6 が学習する際には、フレームが仮想ポートから入力された場合には、当該フレームが入力されたポートではなく、仮想ポート 1 1 6 を、当該フレームのソースアドレスに対応した出力ポートとして、テーブル 1 0 3、1 0 7 に書き込む必要がある。

【0 1 8 9】

なお、上記 3 つのスパニングツリーのうち、もしどれかが安定していない状態でも、パケットがループすることはない。

【0 1 9 0】

また、ノード 2 1、ノード 2 2 及びノード 3 1、ノード 3 2 は、従来のスパニングツリー対応ノードであれば良く、特別な動作は必要とならない。

【0 1 9 1】

(第 1 の実施の形態の動作例 2：ネットワーク 1 における単一障害発生)

次に、図 1、図 2、図 8 及び図 9 を参照し、本実施の形態における第 2 の動作例について、具体例を示して詳細に記述する。

【0 1 9 2】

本動作例では、図 8 に示すトポロジにおいて、ネットワーク 1 内を構成する 4 本のリンクのうち、いずれか 1 本に障害が発生した場合の動作について説明する。本動作例では、ノード 1 1 とノード 1 2 の間のリンクに障害が発生したとして説明する。

【0 1 9 3】

図 1 に示すネットワークにおいて、動作例 1 に示す動作により、図 8 に示す構成のツリーが作成され、ツリーが安定しているとする。

【 0 1 9 4 】

この状態において、ノード 1 1 とノード 1 2 の間のリンクに障害が発生すると、障害検出器 1 0 9 が短い時間間隔で定期的に送っていた障害検出フレームが一定時間以上到着しなくなるため、障害検出器 1 0 9 はツリーマネージャ 1 0 8 に対して、障害検知信号を送る。

【 0 1 9 5 】

すると、ツリーマネージャ 1 0 8 によって、ネットワーク 1 内のツリーが再構成される。この再構成は、ツリーマネージャ 1 0 8 で動作する高速スパニングツリーアルゴリズムにより高速に行われる。再構成後のツリーの一例を図 9 に示す。(ツリーの形状は、ノード、リンクのコスト等によって、変化する。)

【 0 1 9 6 】

再構成によって、再構成前はノード 1 1 とノード 1 2 を直接結ぶリンクを用いて転送されていた、ノード 1 1 のツリーマネージャ 1 0 4 からノード 1 2 のツリーマネージャ 1 0 4 宛に送信するネットワーク 2 のツリーの B P D U フレーム、及び、ノード 1 2 のツリーマネージャ 1 0 4 からノード 1 1 のツリーマネージャ 1 0 4 宛に送信するネットワーク 2 のツリーの B P D U フレームは、ノード 1 1 、ノード 1 3、ノード 1 4、ノード 1 2 を順に結ぶ経路を用いて転送されるようになる。

【 0 1 9 7 】

しかしながら、再構成により実際の転送経路は変更されるが、ネットワーク 2 のツリーから見ると、コスト等や経路に変化は見られないので、ネットワーク 2 のスパニングツリー構成には全く影響しない。この理由は、ネットワーク 2 のツリーの B P D U フレームは、ノード 1 1 及びノード 1 2 のツリーマネージャ 1 0 8 や、ノード 1 3、及びノード 1 4 では処理されず、ネットワーク 2 のツリーからみて、ネットワーク 1 側へフレームを転送するポートは、常に仮想ポート 1 1 6 であって変化することが無いからである。

【 0 1 9 8 】

なお、ネットワーク 1 のツリー再構成が完了するまでは、フレームが伝達されないが、この時間は非常に短時間であるため、もしネットワーク 2 のツリーの B P D U フレームが再構成完了前にネットワーク 1 側に送信されて欠落したとしても、障害としては検知されない。これは、一例をあげれば、ネットワーク 2 側のツリーマネージャは、通常 2 秒毎に送信する B P D U フレームについて、連続した 3 回のフレーム欠落で障害と検知するのに対し、ネットワーク 1 側の再構成は約 1 秒で完了するからである。

【 0 1 9 9 】

同様に、ネットワーク 3 のツリーを管理する、ノード 1 3 及びノード 1 4 内のツリーマネージャ 1 0 4 から見ても、ネットワーク 1 の再構成による経路変更は検出されないので、ネットワーク 3 の構成には全く影響を及ぼさない。

【 0 2 0 0 】

以上のように、ネットワーク 1 内で障害が発生した場合でも、ネットワーク 2 やネットワーク 3 には、その影響が及ばない。また、ネットワーク 1 の再構成前、再構成中、再構成後を通して、常にネットワーク内のいかなる箇所においてもループは発生しない。

【 0 2 0 1 】

(第 1 の実施の形態の動作例 3 : ネットワーク 1 における単一障害回復)

次に図 1、図 2、図 8 及び図 9 を参照し、本実施の形態における第 3 の動作例について、具体例を示して詳細に記述する。

【 0 2 0 2 】

本動作例では、図 9 に示すトポロジにおいて、ネットワーク 1 内を構成する 4 本のリンクのうち、いずれか 1 本に発生していた障害が回復した場合の動作について説明する。本動作例では、ノード 1 1 とノード 1 2 の間のリンクに発生していた障害が回復したとして説明する。

【 0 2 0 3 】

図 1 に示すネットワークにおいて、動作例 2 に示す動作により、図 9 に示す構成のツリーが作成され、ツリーが安定しているとする。

【 0 2 0 4 】

この状態において、ノード 1 1 とノード 1 2 の間のリンク障害が回復すると、障害検出器 1 0 9 に再び障害検出用フレームが指定の時間間隔内に到着するようになる。すると、障害検出器 1 0 9 は、ツリーマネージャ 1 0 8 に対して出していた障害検知信号を停止する。

【 0 2 0 5 】

これにより、ツリーマネージャ 1 0 8 によって、ネットワーク 1 内のツリーが再構成される。この再構成は、ツリーマネージャ 1 0 8 で動作する高速スパニングツリーアルゴリズムにより高速に行われる。再構成後のツリーの様子を図 8 に示す。

【 0 2 0 6 】

再構成によって、再構成前はノード 1 1、ノード 1 3、ノード 1 4、ノード 1 2 を順に結ぶ経路を用いて転送されていた、ノード 1 1 のツリーマネージャ 1 0 4 からノード 1 2 のツリーマネージャ 1 0 4 宛に送信するネットワーク 2 のツリーの B P D U フレーム、及び、ノード 1 2 のツリーマネージャ 1 0 4 からノード 1 1 のツリーマネージャ 1 0 4 宛に送信するネットワーク 2 のツリーの B P D U フレームは、ノード 1 1 とノード 1 2 を直接結ぶリンクを用いて転送されるようになる。

【 0 2 0 7 】

しかしながら、再構成により転送経路は変更されるが、ネットワーク 2 のツリーから見ると、コスト等や経路に変化は見られないので、ネットワーク 2 の構成には全く影響しない。この理由は、ネットワーク 2 のツリーの B P D U フレームは、ノード 1 1 及びノード 1 2 のツリーマネージャ 1 0 8 や、ノード 1 3、及びノード 1 4 では処理されず、ネットワーク 2 のツリーからみて、ネットワーク 1 側へフレームを転送するポートは、常に仮想ポート 1 1 6 であって変化することが無いからである。

【 0 2 0 8 】

なお、ネットワーク 1 のツリー再構成が完了するまでは、フレームが伝達されないが、この時間は非常に短時間であるため、もしネットワーク 2 のツリーの B P D U が再構成完了前にネットワーク 1 側に送信されて欠落したとしても、障害

としては検知されない。これは、一例をあげれば、ネットワーク 2 側のツリーマネージャは、通常 2 秒毎に送信する B P D U フレームについて、連続した 3 回のフレーム欠落で障害と検知するのに対し、ネットワーク 1 側の再構成は約 1 秒で完了するからである。

【 0 2 0 9 】

同様に、ネットワーク 3 のツリーを管理する、ノード 1 3 及びノード 1 4 内のツリーマネージャ 1 0 4 から見ても、ネットワーク 1 の再構成による経路変更は検出しないので、ネットワーク 3 の構成には全く影響を及ぼさない。

【 0 2 1 0 】

以上のように、ネットワーク 1 内で障害が発生した場合でも、ネットワーク 2 やネットワーク 3 には、その影響が及ばない。また、ネットワーク 1 の再構成前、再構成中、再構成後を通して、常にネットワーク内のいかなる箇所においてもループは発生しない。

【 0 2 1 1 】

(第 1 の実施の形態の動作例 4 : 第 2 のトポロジによるスパニングツリーの構築)

次に本実施の形態における第 4 の動作例について、図 1 0 を参照し、具体例を示して詳細に記述する。また、第 4 の動作例における本発明のノードの構成は、図 2 とほぼ同様であるが、ポートの数が、図 2 とは異なっている。

【 0 2 1 2 】

本動作例では、図 1 0 に示すトポロジにおいて、スパニングツリーを構築し、データの転送を可能にする動作について説明する。図 1 0 において、ネットワーク 1 は、図 1 と同様に、本発明のノード 1 1、1 2、1 3 及び 1 4 を有する。ネットワーク 2 は、ノード 2 1、2 2 及び 2 3 を有し、ネットワーク 3 は、ノード 3 1、3 2 及び 3 3 を有する。ノード 2 1 ~ 2 3、3 1 ~ 3 3 は、従来のスパニングツリーノードでよく、本発明のノードである必要はない。

【 0 2 1 3 】

まず、ネットワーク 1 に属するノードにおいて、ツリーマネージャ 1 0 8 を用いてネットワーク 1 のスパニングツリーを作成する。この時点では、ツリーマネ

ージャ 1 0 4 を、まだ作動させないでおく。これにより、ポート 1 1 4 及びポート 1 1 5 においては B P D U フレームの送受信が行われるが、ポート 1 1 1 ~ ポート 1 1 3 の各ポートでは、B P D U フレームの送受信は行われない。以降、ここで作成したスパニングツリーを、ネットワーク 1 のツリーと呼ぶ。ここまでの動作は、動作例 1 と同様である。

【 0 2 1 4 】

次に、ネットワーク 1 のツリーが安定した後に、ネットワーク 2 のツリーを作成する。以降、安定とは、B P D U フレームが H e l l o T i m e r で指定された時間間隔より短い時間間隔で出力されなくなったことや、スパニングツリーのツリー構造が一定時間以上変化しなくなった状態のことを意味する。

【 0 2 1 5 】

ノード 1 1 は、ネットワーク 2 のツリーの作成を行うツリーマネージャ 1 0 4 が送信する B P D U フレームのうち、ネットワーク 1 側、つまり仮想ポート 1 1 6 に送信する B P D U フレームに関しては、ブリッジグループアドレスではなく、あらかじめ設定部 1 0 0 U の (2) の設定命令で設定された送信先 M A C アドレス (この場合はノード 1 2 の M A C アドレス) を付加して送信する。

【 0 2 1 6 】

同様に、ノード 1 2 は、ツリーマネージャ 1 0 4 が送信する B P D U フレームのうち、ネットワーク 1 側、つまり仮想ポート 1 1 6 に送信する B P D U フレームに関しては、ブリッジグループアドレスではなく、あらかじめ設定部 1 0 0 U の (2) の設定命令で設定された送信先 M A C アドレス (この場合はノード 1 1 の M A C アドレス) を付加して送信する。

【 0 2 1 7 】

ノード 1 1 より、ブリッジグループアドレスではなく、宛先 M A C アドレスとしてノード 1 2 の M A C アドレスを指定してネットワーク 1 側に送信された B P D U フレームは、ネットワーク 1 内ではデータフレームと同様に扱われて転送され、ノード 1 2 に届く。このときの転送経路は、ノード 1 1 からノード 1 2 を直接結ぶリンクを経由するものでも良く、また、ノード 1 3、ノード 1 4 を経由して送られても構わない。この B P D U フレームの宛先にはノード 1 2 の M A C ア

ドレスが格納されているので、ノード 1 3 やノード 1 4 では、何ら処理されないからである。

【 0 2 1 8 】

上記動作によると、ネットワーク 2 側のスパニングツリー、すなわちノード 1 1 及びノード 1 2 におけるツリーマネージャ 1 0 4 から見て、ノード 1 1 と 1 2 の間は常に隣接した 1 本のリンクのように見える。この点は、動作例 1 と同様である。

【 0 2 1 9 】

なお、ループ発生を防止するために、ノード 1 1 とノード 1 2 の間のリンクが、常にツリーの枝になるように設定する必要がある。こうするための一つの手法としては、仮想ポート 1 1 6 のコストを最小にして、通常のスパニングツリープロトコルを用いる手法があるが、この他の手法を用いても構わない。

【 0 2 2 0 】

上記の動作を、ネットワーク 3 についても同様に行う。ノード 1 3 において、ネットワーク 3 のツリー作成を行うツリーマネージャ 1 0 4 から、仮想ポート 1 1 6 に B P D U フレームを送信する場合には、ノード 1 3 は宛先 M A C アドレスにノード 1 4 の M A C アドレスを付加した B P D U フレームをネットワーク 1 側に送信する。

【 0 2 2 1 】

同様に、ノード 1 4 が、ネットワーク 3 のツリー作成のために、ツリーマネージャ 1 0 4 から、仮想ポート 1 1 6 に B P D U フレームを送信する場合は、ノード 1 3 の M A C アドレスを宛先 M A C アドレスを付加して送信する。

【 0 2 2 2 】

以上の動作を行い、ネットワーク 1 ～ 3 の各ネットワークのためのスパニングツリー作成が完了すると、ツリーの論理トポロジ（スパニングツリー）は、ループが生じない形状になって収束する。ツリーのトポロジは、図 1 0 において太線で表されている。このように構築されたツリー上に、通常のネットワークと同様にデータフレームを流すことにより、フレームを転送することができる。

【 0 2 2 3 】

なお、上記 3 つのスパニングツリーのうち、もしどれかが安定していない状態でも、パケットがループすることはない。

【0 2 2 4】

また、ノード 2 1、ノード 2 2、ノード 2 3 及びノード 3 1、ノード 3 2、ノード 3 3 は、スパニングツリー対応ノードであれば良く、特別な動作は必要にならない。

【0 2 2 5】

(第 1 の実施の形態の動作例 5：第 3 のトポロジにおけるスパニングツリーを構築)

次に本実施の形態における第 5 の動作例について、図 1 1 及び図 1 2 を参照し、具体例を示して詳細に記述する。

【0 2 2 6】

図 1 1 を参照すると、本動作例においては、図 1 におけるネットワーク 1 に対して、ノード 1 5 及びノード 1 6 が追加されている。この結果、ノード 1 1 ~ ノード 1 3 の各ノードにおいては、ツリーマネージャ 1 0 4 においてネットワーク 2 のツリーを管理し、ノード 1 4 ~ ノード 1 6 の各ノードにおいては、ツリーマネージャ 1 0 4 においてネットワーク 3 のツリーを管理する。

【0 2 2 7】

図 1 2 は、図 1 1 におけるノード 1 2 の構成を示すブロック図である。

【0 2 2 8】

図 1 2 に示すノード 1 2 は、図 2 に示すノード 1 1 の構成に対して、ポート 1 2 5 が追加され、仮想ポートが仮想ポート 1 2 6 及び仮想ポート 1 2 7 の合計 2 個存在している点において異なる。

【0 2 2 9】

ネットワーク 1 に属しネットワーク 2 のツリーに対するツリーマネージャを持つノード 1 2 では、仮想ポートは、他の隣接するノードであって、「ネットワーク 1 に属しネットワーク 2 のツリーに対するツリーマネージャを持つノード」の数だけ持つ。本実施例においては、ノード 1 1 及びノード 1 3 が、ノード 1 2 に対して、「他の隣接するノードであって、ネットワーク 1 に属しネットワーク 2

のツリーに対するツリーマネージャを持つノード」にあたるため、仮想ポート 1 2 6 及び仮想ポート 1 2 7 の、合計 2 個の仮想ポートが存在する。

【0 2 3 0】

仮想ポート 1 2 6 は、転送器 1 0 5 とツリーマネージャ 1 0 4 を接続する仮想ポートであり、ノード 1 1 内のツリーマネージャ 1 0 4 より、ノード 1 2 へポート 1 2 3 もしくはポート 1 2 4 より到着した B P D U フレーム（宛先にノード 1 2 の M A C アドレスが付加された B P D U フレーム）が通過するポートである。これ以外のポートからノード 1 1 からのフレームが到着した場合、当該フレームは、ツリーマネージャ、転送器等で廃棄するように初期設定する。

【0 2 3 1】

仮想ポート 1 2 7 は、転送器 1 0 5 とツリーマネージャ 1 0 4 を接続する仮想ポートであり、ノード 1 3 内のツリーマネージャ 1 0 4 より、ノード 1 2 へポート 1 2 4 もしくはポート 1 2 5 より到着した B P D U フレーム（宛先にノード 1 2 の M A C アドレスが付加された B P D U フレーム）が通過するポートである。

【0 2 3 2】

次に、図 1 1 に示すトポロジにおいて、スパニングツリーを構築し、データの転送を可能にする動作について説明する。

【0 2 3 3】

まず、ネットワーク 1 に属するノードにおいて、ツリーマネージャ 1 0 8 を用いてネットワーク 1 のスパニングツリーを作成する。この時点では、ツリーマネージャ 1 0 4 を、まだ作動させないでおく。これにより、ネットワーク 2 側に対しては、B P D U フレームは送信されない。以降、ここで作成したスパニングツリーを、ネットワーク 1 のツリーと呼ぶ。

【0 2 3 4】

次に、ネットワーク 1 のツリーが安定した後に、ネットワーク 2 のツリーを作成する。以降、安定とは、B P D U フレームが H e l l o T i m e r で指定された時間間隔より短い時間間隔で出力されなくなったことや、スパニングツリーのツリー構造が一定時間以上変化しなくなった状態のことを意味する。

【0 2 3 5】

ノード 1 1 は、ネットワーク 2 のツリーの作成を行うツリーマネージャ 1 0 4 が送信する B P D U フレームのうち、ネットワーク 1 側、つまり仮想ポートを経由してポート 1 1 3 もしくはポート 1 1 4 を通じてネットワーク 1 側に送信する B P D U フレームに関しては、ブリッジグループアドレスではなく、あらかじめ設定部 1 0 0 U の (2) の設定命令で設定された送信先 M A C アドレス（この場合はノード 1 2 の M A C アドレス）を付加して送信する。

【 0 2 3 6 】

ノード 1 2 は、ツリーマネージャ 1 0 4 が送信する B P D U フレームのうち、ネットワーク 1 側、つまり仮想ポート 1 2 6 を通じてポート 1 2 3 もしくはポート 1 2 4 のいずれかのポートを用いてネットワーク 1 側に送信する B P D U フレームに関しては、ブリッジグループアドレスではなく、あらかじめ設定部 1 0 0 U の (2) の設定命令で設定された送信先 M A C アドレス（この場合はノード 1 1 の M A C アドレス）を付加して送信する。

【 0 2 3 7 】

ノード 1 2 は、ツリーマネージャ 1 0 4 が送信する B P D U フレームのうち、ネットワーク 1 側、つまり仮想ポート 1 2 7 を通じてポート 1 2 4 もしくはポート 1 2 5 のいずれかのポートを用いてネットワーク 1 側に送信する B P D U フレームに関しては、ブリッジグループアドレスではなく、あらかじめ設定部 1 0 0 U の (2) の設定命令で設定された送信先 M A C アドレス（この場合はノード 1 3 の M A C アドレス）を付加して送信する。

【 0 2 3 8 】

上述の処理によってノード 1 1 より、ブリッジグループアドレスではなく、宛先アドレスとしてノード 1 2 の M A C アドレスを指定してネットワーク 1 側に送信された B P D U フレームは、ネットワーク 1 内ではデータフレームと同様に扱われて転送され、ノード 1 2 に届く。ノード 1 2 は、この B P D U フレームをポート 1 2 3 または 1 2 4 で受信する。当該受信したフレームは、宛先アドレスがブリッジグループアドレスではないので、ツリーマネージャ 1 0 8 内の B P D U 送受信器 1 0 4 3 を通過し転送器 1 0 5 まで到達する。そして、転送器 1 0 5 において、当該フレームは、ノード 1 1 から自ノード宛のフレームであると認識さ

れるので、仮想ポート 1 2 6 に転送される。そして、当該フレームは、仮想ポート 1 2 6 を経由してツリーマネージャ 1 0 4 の B P D U 送受信器 1 0 4 4 に到達する。ここで、B P D U 送受信器 1 0 4 4 は、当該フレームを受信し、フレーム内容を確認して当該フレームが B P D U フレームであることを知るので、ツリーコントローラ 1 0 4 1 と連携して、ネットワーク 2 のスパニングツリー作成処理を行う。

このとき、ノード 1 1 からノード 1 2 に送られる B P D U フレームは、ノード 1 4、ノード 1 5 を経由して送られても構わない。この B P D U フレームの宛先にはノード 1 2 の M A C アドレスが格納されているので、ノード 1 4 やノード 1 5 では、何ら処理されないからである。

【 0 2 3 9 】

同様に、ノード 1 2 より、ブリッジグループアドレスではなく、宛先アドレスとしてノード 1 1 の M A C アドレスを指定してネットワーク 1 側に送信された B P D U フレームは、ネットワーク 1 内ではデータフレームと同様に扱われて転送され、ノード 1 1 に届く。従ってこの B P D U フレームは、ノード 1 5 やノード 1 4 を通過したとしても処理されない。

【 0 2 4 0 】

同様に、ノード 1 2 より、ブリッジグループアドレスではなく、宛先アドレスとしてノード 1 3 の M A C アドレスを指定してネットワーク 1 側に送信された B P D U フレームは、ネットワーク 1 内ではデータフレームと同様に扱われて転送され、ノード 1 3 に届く。従ってこの B P D U フレームは、ノード 1 5 やノード 1 6 を通過したとしても処理されない。

【 0 2 4 1 】

上記動作によると、ネットワーク 2 側のスパニングツリー作成時は、ノード 1 1 ～ノード 1 3 の各ノードにおけるツリーマネージャ 1 0 4 から見て、ノード 1 1 と 1 2 の間、及び、ノード 1 2 とノード 1 3 の間は常に隣接した 1 本のリンクのように見える。

理由は以下の通りである。ノード 1 2 のツリーマネージャ 1 0 4 からは、ポート 1 2 3 ～ 1 2 5 は認識できず、仮想ポート 1 2 6、1 2 7 のみが認識できる。

そして、ツリーマネージャ 1 0 4 から仮想ポート 1 2 6 に送信される B P D U フレームの宛先は、隣接ノード(ノード 1 1)の M A C アドレスに置換されているので、ツリーマネージャ 1 0 4 からはノード 1 4 ~ 1 6 を認識することができないからである。

【 0 2 4 2 】

なお、ループ発生を防止するために、ノード 1 1 と 1 2 の間のリンク、ノード 1 2 と 1 3 の間のリンクが、常にツリーの枝になるように設定する必要がある。通常のスパニングツリープロトコルを用いるのであれば、ネットワーク 2 から見たノード 1 1 とノード 1 2 の間のコスト、及び、ノード 1 2 とノード 1 3 の間のコストを最小にすることで、ノード 1 1 と 1 2 の間のリンク、ノード 1 2 と 1 3 の間のリンクを、ツリーの枝に設定することができる。

なお、ツリーマネージャ 1 0 4 に、仮想ポートに接続された特殊なリンクであることを認識させる方法としては、上述のコストを用いるほか、フレーム内に挿入されたタグやフラグ等の識別子を用いることもでき、また、ノード 1 1 と 1 2 の間、ノード 1 2 と 1 3 の間のリンクがスパニングツリーの枝になるような設定が可能な方法であれば、他の方法を用いても良い。

【 0 2 4 3 】

上記の動作を、ネットワーク 3 についても同様に行う。ノード 1 4 において、ネットワーク 3 のツリー作成を行うツリーマネージャ 1 0 4 から、ポート 1 4 3 もしくはポート 1 4 4 を通じてネットワーク 1 側に B P D U フレームを送信する場合には、ノード 1 4 は宛先アドレスにノード 1 5 の M A C アドレスを付加した B P D U フレームをネットワーク 1 側に送信する。

【 0 2 4 4 】

ノード 1 5 は、ノード 1 2 と同様に、ツリーマネージャ 1 0 4 が送信する B P D U フレームのうち、仮想ポートを通じてポート 1 5 3 もしくはポート 1 5 4 のいずれかのポートを用いてネットワーク 1 側に送信する B P D U フレームに関しては、ブリッジグループアドレスではなく、あらかじめ設定された送信先 M A C アドレス（この場合はノード 1 4 の M A C アドレス）を付加して送信する。

【 0 2 4 5 】

ノード 1 5 は、ノード 1 2 と同様に、ツリーマネージャ 1 0 4 が送信する B P D U フレームのうち、仮想ポートを通じてポート 1 5 4 もしくはポート 1 5 5 のいずれかのポートを用いてネットワーク 1 側に送信する B P D U フレームに関しては、ブリッジグループアドレスではなく、あらかじめ設定された送信先 M A C アドレス（この場合はノード 1 6 の M A C アドレス）を付加して送信する。

【 0 2 4 6 】

以上の動作を行い、ネットワーク 1 ～ 3 の各ネットワークのためのスパニングツリー作成が完了すると、ツリーのトポロジは、ループが生じない形状になって収束する。ツリーのトポロジは、図 1 1 において太線で表されている。このツリー上に、通常のネットワークと同様にデータフレームを流して、フレームを転送することができる。

【 0 2 4 7 】

なお、上記 3 つのスパニングツリーのうち、もしどれかが安定していない状態でも、パケットがループすることはない。

【 0 2 4 8 】

また、ノード 2 1、ノード 2 2、及び、ノード 3 1、ノード 3 2 は、スパニングツリー対応ノードであれば良く、特別な動作は必要にならない。

【 0 2 4 9 】

（第 1 の実施の形態の効果）

次に、本実施の形態の効果について説明する。

【 0 2 5 0 】

従来、トポロジの形状が複雑化したり、ネットワークに収容されるノードの数が増加するほど、スパニングツリーの構築に時間がかかった。

【 0 2 5 1 】

本実施の形態では、スパニングツリーをドメイン（複数のネットワーク毎）毎に分割することにより、スパニングツリーの構築時間の短縮が可能である。

【 0 2 5 2 】

また、従来、障害によりスパニングツリーの構成を変更する場合は、ネットワークの一部を局所的に停止させながら、徐々に構成を変更して、ネットワーク全

体を再構成するため、障害箇所から離れた場所においても、一時的にネットワークが停止していたが、本実施の形態では、スパニングツリーをドメイン毎に分割することにより、障害発生時の影響が及ぶ範囲を最小限に限定することが可能である。

【0 2 5 3】

(第 2 の実施の形態)

以下、本発明の第 2 の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【0 2 5 4】

本発明の第 2 の実施の形態は、図 2 の第 1 の実施の形態において、ツリーマネージャ 1 0 4 を更に機能拡張したツリーマネージャ 1 0 4 A にし、障害検出器 1 0 9 を機能拡張した障害検出器 1 0 9 A にし、遮断器 1 1 0 を追加する点において異なる。

【0 2 5 5】

この第 2 の実施の形態においては、障害検出器 1 0 9 A で 2 重障害を検出すると、ルートノード以外のノードにおいて遮断器 1 1 0 においてポートを遮断することで、単一障害はもちろん、多重障害発生時においてもループ発生を防止することができる。

【0 2 5 6】

図 1 3 は、図 1 におけるノード 1 1 の第 2 の実施の形態による構成を示したブロック図である。

【0 2 5 7】

ツリーマネージャ 1 0 4 A は、第 1 の実施の形態におけるツリーマネージャ 1 0 4 の動作のほか、自ノードがルートノードとなっている状態において、遮断器 1 1 0 に対してルートノード信号を送出する動作を行う。

【0 2 5 8】

障害検出器 1 0 9 A は、以下の動作を行う。

【0 2 5 9】

(1) ポート 1 1 3 及びポート 1 1 4 に対して、障害検出用フレームをあらかじめ定められた短い時間間隔で定期的を送る。

【 0 2 6 0 】

(2) ポート 1 1 3 及びポート 1 1 4 から、障害検出用フレームを受信し、前記障害検出用フレームの到着間隔があらかじめ定められた時間間隔を超えている場合に、ツリーマネージャ 1 0 8 に対して障害信号を発信する。

【 0 2 6 1 】

(3) ポート 1 1 4 側で検出した障害情報（フラグ）を、ポート 1 1 3 側から送信する障害検出用フレーム内の障害ビット領域に書き込んで、対向するノード 1 3 に伝達する。

【 0 2 6 2 】

(4) ポート 1 1 3 側で受信した障害検出フレーム内の障害ビット領域（フラグ）により、ノード 1 3 が検出した障害を検知する。

【 0 2 6 3 】

(5) (3) におけるポート 1 1 4 側の障害と、(4) におけるノード 1 3 が検出した障害が、同時に発生した場合、遮断器 1 1 0 に対してポート遮断信号を出力する。

【 0 2 6 4 】

遮断器 1 1 0 は、以下の動作を行う。

【 0 2 6 5 】

(1) 障害検出器 1 0 9 A からポート遮断信号が届いていない状態（自ノードがルートノードであるか否かは無関係）では、ポート 1 1 1 から入力されたフレームをツリーマネージャ 1 0 4 A にそのまま転送し、ポート 1 1 2 から入力されたフレームをツリーマネージャ 1 0 4 A にそのまま転送する。また、ツリーマネージャ 1 0 4 A からポート 1 1 1 に出力されたフレームをポート 1 1 1 にそのまま転送し、ツリーマネージャ 1 0 4 A からポート 1 1 2 に出力されたフレームを、ポート 1 1 2 にそのまま転送する。

【 0 2 6 6 】

(2) 障害検出器 1 0 9 A からポート遮断信号が届いており、かつ、自ノードがルートノードでない場合は、ポート 1 1 1、ポート 1 1 2 及び、ツリーマネージャ 1 0 4 A から遮断器 1 1 0 に入力されているすべてのフレームを廃棄し、ポ

ートの入出力を遮断する。

【 0 2 6 7 】

(3) 障害検出器 1 0 9 A からポート遮断信号が届いており、かつ、自ノードがルートノードである場合は、(1)と同様に、ポート 1 1 1 から入力されたフレームをツリーマネージャ 1 0 4 A にそのまま転送し、ポート 1 1 2 から入力されたフレームをツリーマネージャ 1 0 4 A にそのまま転送する。また、ツリーマネージャ 1 0 4 A からポート 1 1 1 に出力されたフレームをポート 1 1 1 にそのまま転送し、ツリーマネージャ 1 0 4 からポート 1 1 2 に出力されたフレームを、ポート 1 1 2 にそのまま転送する。

【 0 2 6 8 】

ここで、自ノードがルートノードであるか否かは、ツリーマネージャで管理されているので、障害検出器 1 0 9 A はツリーマネージャ 1 0 4 からルートノードであるか否かの情報を得ることができる。

【 0 2 6 9 】

図 1 4 は、障害検出器 1 0 9 A の構成を詳細に示したブロック図である。

【 0 2 7 0 】

障害検出信号送受信器 1 0 9 3 A は、以下の動作を行う。

【 0 2 7 1 】

(1) あらかじめ定められた時間間隔で障害検出信号を信号分離機 1 0 9 1 に向けて送信する。

【 0 2 7 2 】

(2) 信号分離機 1 0 9 1 より受信した障害検出信号の到着間隔等から障害を検出し、ツリーマネージャ 1 0 8 に対して通知する。

【 0 2 7 3 】

(3) 障害検出信号送受信器 1 0 9 4 A で障害を検知した場合に、(1)に記した障害検出信号中の障害ビット領域に障害情報（フラグ）を書き込み、信号分離機 1 0 9 1 を通じて、対向するノード 1 3 に伝達する。

【 0 2 7 4 】

(4) (2) に記した、信号分離機 1 0 9 1 より受信した障害検出信号内の障

害ビット領域の障害情報（フラグ）より、対向するノード 1 3 が検出した障害通知を受信する。

【0 2 7 5】

（5）（3）のポート 1 1 4 側の障害と、（4）のノード 1 3 が検出した障害が同時に発生した場合、遮断器 1 1 0 に対してポート遮断信号を出力する。

【0 2 7 6】

障害検出信号送受信器 1 0 9 4 A は、以下の動作を行う。

【0 2 7 7】

（1）あらかじめ定められた間隔で障害検出信号を信号分離機 1 0 9 2 に向けて送信する。

【0 2 7 8】

（2）信号分離機 1 0 9 2 より受信した障害検出信号の到着間隔等から障害を検出し、ツリーマネージャ 1 0 8 に対して通知する。

【0 2 7 9】

（3）（2）において障害を検知した場合に、障害検出信号送受信器 1 0 9 3 A に対して、障害検知を通知する。

【0 2 8 0】

（第 2 の実施の形態の動作例 1：単一障害→2重障害発生時の動作）

次に、図 1、図 9、図 1 3 及び図 1 5 を参照し、本実施の形態における動作例 1 について、具体例を示して詳細に記述する。

【0 2 8 1】

第 1 の実施の形態における動作例 2 においては、単一の障害が発生した場合の動作について述べた。本動作例では、単一の障害が発生した後で、さらに障害が発生し、2 重障害となった場合の動作について説明する。

【0 2 8 2】

図 1 に示すネットワークにおいて、ノード 1 1 とノード 1 2 の間のリンクに障害が発生し、第 1 の実施の形態における動作例 2 に示す動作により、図 9 に示す構成のツリーが作成されてツリーの状態が安定しており、ネットワーク 1 のツリーのルートノードはノード 1 3、ネットワーク 2 のツリーのルートノードはノード

ド 1 1、ネットワーク 3 のツリーのルートノードはノード 1 3 であるとする。

【 0 2 8 3 】

なお、ネットワーク 1 ～ 3 の各ネットワークにおける、スパニングツリーのルートノードは、ノード 1 1 ～ ノード 1 4 のいずれかに設定される。また、ネットワーク 1 において、ノード 1 1 もしくはノード 1 3 にルートノードが設定された場合は、ネットワーク 2 のルートノードはノード 1 1 に、ネットワーク 3 のルートノードはノード 1 3 になるよう、それぞれ設定する。また、ネットワーク 1 において、ノード 1 2 もしくはノード 1 4 にルートノードが設定された場合は、ネットワーク 2 のルートノードはノード 1 2 に、ネットワーク 3 のルートノードはノード 1 4 になるよう、それぞれ設定する。

【 0 2 8 4 】

ノード 1 1 内の障害検出器 1 0 9 A は、障害発生直後よりノード 1 1 において障害を検知していることを示す障害情報（フラグ）を付加して、ポート 1 1 3 より、ノード 1 1 からノード 1 3 に対して障害検出信号を送信している。これにより、ノード 1 3 はノード 1 1 とノード 1 2 の間のリンクで障害が発生していることを認識できる。

【 0 2 8 5 】

さらに、ノード 1 2 内の障害検出器 1 0 9 A は、障害発生直後よりノード 1 2 において障害を検知していることを示す障害情報（フラグ）を付加して、ポート 1 2 4 より、ノード 1 2 からノード 1 4 に対して障害検出信号を送信している。これにより、ノード 1 4 はノード 1 2 とノード 1 1 の間のリンクで障害が発生していることを認識できる。

【 0 2 8 6 】

この状態において、ノード 1 3 とノード 1 4 の間のリンクにさらに障害が発生すると、障害検出器 1 0 9 A がノード 1 3 のポート 1 3 4 及びノード 1 4 のポート 1 4 3 から短い時間間隔で定期的に送っていた障害検出フレームが一定時間以上到着しなくなるため、ノード 1 3 及びノード 1 4 の障害検出器 1 0 9 A は、ノード 1 3 とノード 1 4 の間のリンクが障害したと検知できる。

【 0 2 8 7 】

このとき、ノード 1 3 の障害検出器 1 0 9 A は、ノード 1 1 に向けて送信している障害検出信号中の障害情報（フラグ）により、ノード 1 3 とノード 1 4 の間のリンクで障害が発生したことをノード 1 1 に伝える。さらに、ノード 1 1 から送信されている障害検知信号中の障害情報（フラグ）により、ノード 1 1 とノード 1 2 の間ですでに障害が発生していることを認識しているため、ノード 1 3 とノード 1 4 の間のリンク障害を検出することで、2 重障害になったと判定する。そして、遮断器 1 1 0 に対して、2 重障害検出通知を出す。

【0 2 8 8】

ノード 1 3 の遮断器 1 1 0 は、障害検出器 1 0 9 A より 2 重障害検出信号を受信するが、ツリーマネージャ 1 0 4 A よりルートノード信号を受信中であるため、ポート 1 3 1 及びポート 1 3 2 の遮断は行わない。

【0 2 8 9】

ノード 1 3 と同様に、ノード 1 4 の障害検出器 1 0 9 A は、ノード 1 2 に向けて送信している障害検出信号中の障害情報（フラグ）により、ノード 1 3 とノード 1 4 の間のリンクで障害が発生したことをノード 1 2 に伝える。さらに、ノード 1 2 から送信されている障害検知信号中の障害情報（フラグ）により、ノード 1 2 とノード 1 1 の間ですでに障害が発生していることを認識しているため、ノード 1 4 とノード 1 3 の間のリンク障害を検出することで、2 重障害になったと判定する。そして、遮断器 1 1 0 に対して、2 重障害検出通知（ポート遮断信号）を出す。

【0 2 9 0】

ノード 1 4 の遮断器 1 1 0 は、障害検出器 1 0 9 A よりポート遮断信号を受信し、さらにかつ、ツリーマネージャ 1 0 4 よりルートノード信号を受信していないため、ポート 1 4 1 及びポート 1 4 2 を遮断し、フレームがポート 1 4 1 及びポート 1 4 2 と、ツリーマネージャ 1 0 4 A の間で通過できないようにする。

【0 2 9 1】

ノード 1 1 の障害検出器 1 0 9 A は、ノード 1 3 から送信されている障害検知信号中の障害情報（フラグ）により、ノード 1 3 とノード 1 4 の間の障害発生を検知する。ノード 1 1 の障害検出器 1 0 9 A は、すでにノード 1 1 とノード 1 2

の間のリンクの障害を検知しているので、2重障害になったと判定できるため、遮断器 1 1 0 に対してポート遮断信号を出す。

【0 2 9 2】

ノード 1 1 の遮断器 1 1 0 は、障害検出器 1 0 9 A よりポート遮断信号を受信するが、ツリーマネージャ 1 0 4 よりルートノード信号を受信中であるため、ポート 1 1 1 及びポート 1 1 2 の遮断は行わない。

【0 2 9 3】

ノード 1 2 の障害検出器 1 0 9 A は、ノード 1 4 から送信されている障害検知信号中の障害情報（フラグ）により、ノード 1 3 とノード 1 4 の間の障害発生を検知する。ノード 1 2 の障害検出器 1 0 9 A は、すでにノード 1 1 とノード 1 2 の間のリンクの障害を検知しているので、2重障害になったと判定できるため、遮断器 1 1 0 に対してポート遮断信号を出す。

【0 2 9 4】

ノード 1 2 の遮断器 1 1 0 は、障害検出器 1 0 9 A よりポート遮断信号を受信し、さらにかつ、ツリーマネージャ 1 0 4 A よりルートノード信号を受信していないため、自ノードがルートノードではないと判定できる。これはポートの閉鎖条件に一致するため、ポート 1 2 1 及びポート 1 2 2 を遮断し、フレームがポート 1 4 1 及びポート 1 4 2 と、ツリーマネージャ 1 0 4 の間で通過できないようにする。

【0 2 9 5】

以上の動作により、ノード 1 2 及びノード 1 4 は、ネットワーク 1 ～ 3 の各ネットワークから切り離される。これにより、ネットワーク 1 とネットワーク 2、及び、ネットワーク 1 とネットワーク 3 の各ネットワークの接点は、それぞれ 1箇所ずつになるため、ネットワーク 1 ～ ネットワーク 3 の各ネットワークをまたがったループの発生を防止することができる。

【0 2 9 6】

この際、各ネットワークのツリーのルートノードは変化しないため、データ転送は障害発生前と同様に滞りなく継続される。ネットワーク 2 のツリーから見ると、ノード 1 2 はあたかもノード障害であるかのように認識され、ネットワーク

3 のツリーから見ると、ノード 1 4 もあたかもノード障害であるかのように認識される。この様子を図 1 5 に示す。

【0 2 9 7】

この状態において、ノード 1 2 およびノード 1 4 は、ネットワーク 1 ～ネットワーク 3 より遮断され、通信が不能となる。しかしながら、通常の使用においては、ノード 1 1 およびノード 1 2、さらにノード 1 3 およびノード 1 4 は、それぞれ対になって中継局の局社内に設置され、一般の加入者を配下に直接収容することはないので、この例のようにノード 1 2 およびノード 1 4 がネットワークより遮断されても、実用上において問題はない。

【0 2 9 8】

(第 2 の実施の形態 2 の動作例 2：単一障害→2重障害回復時の動作)

次に図 1、図 9、図 1 3 及び図 1 5 を参照し、本実施の形態における第 2 の動作例について、具体例を示して詳細に記述する。

【0 2 9 9】

第 1 の実施の形態における動作例 3 においては、単一の障害が回復した場合の動作について述べた。本動作例では、2 重の障害が回復した後で、さらに障害が回復し、単一障害となった場合の動作について説明する。

【0 3 0 0】

図 1 に示すネットワークにおいて、ノード 1 1 とノード 1 2 の間のリンク及び、ノード 1 3 とノード 1 4 の間のリンクの、合計 2 箇所で障害が発生しており、本実施の形態における動作例 1 に示す動作により、図 1 5 に示す構成のツリーが作成されてツリー状態が安定しており、ネットワーク 1 のツリーのルートノードはノード 1 3、ネットワーク 2 のツリーのルートノードはノード 1 1、ネットワーク 3 のツリーのルートノードはノード 1 3 であるとする。

【0 3 0 1】

なお、ネットワーク 1 ～ 3 の各ネットワークにおける、スパニングツリーのルートノードは、ノード 1 1 ～ノード 1 4 のいずれかに設定される。また、ネットワーク 1 において、ノード 1 1 もしくはノード 1 3 にルートノードが設定された場合は、ネットワーク 2 のルートノードはノード 1 1 に、ネットワーク 3 のルー

トノードはノード13になるよう、それぞれ設定する。ネットワーク1において、ノード12もしくはノード14にルートノードが設定された場合は、ネットワーク2のルートノードはノード12に、ネットワーク3のルートノードはノード14になるよう、それぞれ設定する。

【0302】

このとき、ノード11内の障害検出器109Aは、障害発生直後よりノード11において障害を検知していることを示す障害情報（フラグ）を付加して、ポート113より、ノード11からノード13に対して障害検出信号を送信している。これにより、ノード13はノード11とノード12の間のリンクで障害が発生していることを認識できる。

【0303】

ノード12内の障害検出器109Aは、障害発生直後よりノード12において障害を検知していることを示す障害情報（フラグ）を付加して、ポート124より、ノード12からノード14に対して障害検出信号を送信している。これにより、ノード14はノード12とノード11の間のリンクで障害が発生していることを認識できる。

【0304】

ノード13内の障害検出器109Aは、障害発生直後よりノード13において障害を検知していることを示す障害情報（フラグ）を付加して、ポート133より、ノード13からノード11に対して障害検出信号を送信している。これにより、ノード11はノード13とノード14の間のリンクで障害が発生していることを認識できる。

【0305】

ノード14内の障害検出器109Aは、障害発生直後よりノード14において障害を検知していることを示す障害情報（フラグ）を付加して、ポート144より、ノード14からノード13に対して障害検出信号を送信している。これにより、ノード12はノード14とノード13の間のリンクで障害が発生していることを認識できる。

【0306】

ノード 1 2 及びノード 1 4 は、2 重障害を検知し、かつ、自ノードがネットワーク 2 もしくはネットワーク 3 のツリーのルートノードではないことから、ポート 1 2 1、ポート 1 2 2、ポート 1 4 1、ポート 1 4 2 の各ポートを遮断している。

【0 3 0 7】

この状態において、ノード 1 3 とノード 1 4 の間のリンク障害が回復したとする。

【0 3 0 8】

各ノードは、障害発生中も障害検出用フレームを一定間隔で送信し続けるので、障害が回復すると、ノード 1 3 の障害検出器 1 0 9 A は、ポート 1 3 4 から障害検出用フレームを一定間隔以下の間隔で受信できるようになるため、ノード 1 3 とノード 1 4 の間のリンクの障害回復を検知する。すると、ルートノードであるノード 1 3 は、ノード 1 1 に向けて送信している障害検出信号中の障害情報（フラグ）により、ノード 1 3 とノード 1 4 の間のリンク障害が回復したことをノード 1 1 に伝える。さらに、自ノード内の遮断器 1 1 0 に対して送信していたポート遮断信号を解除し、さらに、ツリーマネージャ 1 0 8 に対しても、障害回復を通知する。

【0 3 0 9】

ノード 1 1 の障害検出器 1 0 9 A は、ノード 1 3 から送信されている障害検出信号中の障害情報（フラグ）により、ノード 1 3 とノード 1 4 の間の障害回復を検知する。ノード 1 1 の障害検出器 1 0 9 A は、遮断器 1 1 0 に対して送信していたポート遮断信号を解除する。

【0 3 1 0】

ノード 1 4 の障害検出器 1 0 9 A は、ポート 1 4 3 から障害検出用フレームを一定間隔以下の間隔で受信できるようになるため、ノード 1 3 とノード 1 4 の間のリンクの障害回復を検知し、ツリーマネージャ 1 0 8 に対して障害回復を通知する。しかしこの時点では、ルートノードでないノード 1 4 では、ノード 1 2 に向けて送信している障害検出信号中の障害情報（フラグ）には依然として障害発生中であるという情報を付加し続け、さらに、自ノード内の遮断器 1 1 0 に対し

てもポート遮断信号を送信し続ける。

【0 3 1 1】

ノード 1 4 の障害検出器 1 0 9 A は、ツリーマネージャ 1 0 8 に対して障害回復を通知してから十分な時間が経過するか、もしくは、ツリーマネージャ 1 0 8 からの障害通知により、ネットワーク 1 のツリーが安定したことを検知すると、ノード 1 2 に向けて送信している障害検出信号中の障害情報（フラグ）により、ノード 1 3 とノード 1 4 の間のリンク障害が回復したことをノード 1 2 に伝え、さらに、自ノード内の遮断器 1 1 0 に対して送信していたポート遮断信号を解除する。

【0 3 1 2】

ノード 1 4 の遮断器 1 1 0 は、障害検出器 1 0 9 A より送信されていたポート遮断信号が解除されると、ポート 1 4 1 及びポート 1 4 2 の遮断を解除し、フレームがポート 1 4 1 及びポート 1 4 2 と、ツリーマネージャ 1 0 4 の間で通過できるようにする。

【0 3 1 3】

ノード 1 2 の障害検出器 1 0 9 A は、ノード 1 4 から送信されている障害検知信号中の障害情報（フラグ）により、ノード 1 3 とノード 1 4 の間の障害回復を検知する。ノード 1 2 の障害検出器 1 0 9 A は、遮断器 1 1 0 に対して送信していた 2 重障害検出通知（ポート遮断信号）を解除する。

【0 3 1 4】

ノード 1 2 の遮断器 1 1 0 は、障害検出器 1 0 9 A より送信されていたポート遮断信号が解除されると、ポート 1 2 1 及びポート 1 2 2 の遮断を解除し、フレームがポート 1 2 1 及びポート 1 2 2 と、ツリーマネージャ 1 0 4 の間で通過できるようにする。

【0 3 1 5】

以上の動作により、ノード 1 2 及びノード 1 4 は、まずネットワーク 1 に追加され、ネットワーク 1 が安定したところで、ネットワーク 2 及びネットワーク 3 側のポートを開放する。

【0 3 1 6】

これにより、ループを発生を防止したまま、2重障害の回復時に、冗長構成によるネットワーク1とネットワーク2、及び、ネットワーク1とネットワーク3の接続を可能にできる。この際、各ネットワークのツリーのルートノードは変化しないため、データ転送は障害発生前と同様に滞りなく継続される。上記動作の結果作成されたツリーを、図9に示す。

【0317】

(第2の実施の形態の効果)

次に、本実施の形態の効果について説明する。

【0318】

従来、トポロジの形状が複雑化したり、ネットワークに収容されるノードの数が増加するほど、スパニングツリーの構築に時間がかかった。

【0319】

本実施の形態では、スパニングツリーをドメイン毎に分割することにより、スパニングツリーの構築時間の短縮が可能である。

【0320】

また、従来、障害によりスパニングツリーの構成を変更する場合は、ネットワークの一部を局所的に停止させながら、徐々に構成を変更して、ネットワーク全体を再構成するため、障害箇所から離れた場所においても、一時的にネットワークが停止していたが、本実施の形態では、スパニングツリーをドメイン毎に分割することにより、障害発生時の影響が及ぶ範囲を最小限に限定することが可能である。

【0321】

さらに、本実施の形態では、2重障害を検出すると、ルートノード以外のノードにおいてポートを遮断することで、単一障害はもちろん、多重障害発生時においてもループ発生を完全に防止することができるようになる。

【0322】

(第3の実施の形態)

以下、本発明の第3の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。
第1、2の実施の形態では、接続部分のネットワーク1の論理リンク構築にスパ

ニングツリーを用いていたが、第 3 の実施形態では I E E E 8 0 2 . 1 7 で規格策定中のレジリエント・パケット・リング (R P R) を用いる点が特徴である。

【 0 3 2 3 】

図 1 6 を参照すると、本発明の第 3 の実施の形態は、第 1 の実施の形態の図 1 におけるネットワーク 1 を、R P R で構成し、ノード 1 1 ~ ノード 1 4 がそれぞれ R P R 対応ノードであるノード 1 1 R ~ ノード 1 4 R に置き換えている点において異なる。

【 0 3 2 4 】

図 1 7 は、図 1 6 におけるノード 1 1 R の構成を示すブロック図である。

【 0 3 2 5 】

図 1 7 において、ノード 1 1 R の設定部 1 0 0 U は、初期設定として、キーボード、マウス、T E L N E T、W E B 等の手段を用いて、以下に挙げる (1) ~ (6) の設定命令を受け付ける。さらに、(1) の設定結果に基づき、ポート 1 1 1 ~ ポート 1 1 4 を、既設のネットワークのスパニングツリーを管理するツリーマネージャ 1 0 4、もしくは障害検出器 1 0 9 のどちらか一方に接続するほか、(2) ~ (5) の設定結果に基づき、転送器 1 0 1、R P R フレーム転送器 1 0 5 R を設定し、さらに (5) および (6) の設定結果に基づき、ツリーマネージャ 1 0 4、T T L (T i m e T o L i v e) マネージャ 1 0 8 R の設定も行う。

【 0 3 2 6 】

(1) 各ポートがネットワーク 1 とネットワーク 2 のどちらに属するか。

【 0 3 2 7 】

(2) ネットワーク 2 側スパニングツリー作成用の B P D U フレームをネットワーク 1 側に送信する場合に宛先となるノード (ネットワーク 1 とネットワーク 2 の両方に接続された隣接ノード) のノード I D。

【 0 3 2 8 】

(3) ノード (ノード 1 1 R) が主に所属するネットワーク。(図 1 ではネットワーク 1)

(4) 2 重障害時にネットワーク 2 側ポートを遮断するかしないか。

【 0 3 2 9 】

(5) (2) で設定したノードが接続されているポート。

【 0 3 3 0 】

(6) I E E E 8 0 2 . 1 DもしくはI E E E 8 0 2 . 1 Wに規定されている、ポート、リンクのコスト及び、ノードのプライオリティ。

【 0 3 3 1 】

図 2 に示す第 1 の実施の形態の構成要素と同じ符号を付した構成要素についてはその構成及び動作は同じであるので以下では相違する要素について説明する。

【 0 3 3 2 】

R P R フレーム転送器 1 0 5 R は、以下の動作を行う。

【 0 3 3 3 】

(1) 仮想ポート 1 1 6 から入力されるフレームに、テーブル 1 0 7 R に記載されている宛先 R P R ノードアドレス及び内側リング R 2 0 1 もしくは外側リング R 2 0 2 を識別するためのリング I D を書き込んだ R P R ヘッダを付加し、T T L の初期値を設定し、テーブル 1 0 7 R に記載のポート 1 1 3 もしくはポート 1 1 4 に転送する。

【 0 3 3 4 】

(2) もしテーブルに、宛先 M A C アドレス、宛先 R P R ノード、出力先ポートのいずれか 1 つでも記載されていない場合で、フレームが仮想ポート 1 1 6 から入力された場合は、ポート 1 1 3 もしくはポート 1 1 4 のいずれか 1 方のみに、前記フレームを転送する。

【 0 3 3 5 】

(3) もしテーブルに、宛先 M A C アドレス、宛先 R P R ノード、出力先ポートのいずれか 1 つでも記載されていない場合で、フレームがネットワーク 1 側のポート、つまり、ポート 1 1 3 もしくはポート 1 1 4 から入力された場合は、仮想ポート 1 1 6 のみに、前記フレームを転送する。

【 0 3 3 6 】

(4) ポート 1 1 3 もしくはポート 1 1 4 から入力されるフレームの宛先 R P R アドレスを調べ、もし宛先 R P R アドレスが自ノード（ノード 1 1）であれば

、R P R ヘッダを削除し、前記フレームを仮想ポート 1 1 6 に転送する。

【0 3 3 7】

(5) ポート 1 1 3 もしくはポート 1 1 4 から入力されるフレームの宛先 R P R アドレスを調べ、もし宛先 R P R アドレスが他ノード、すなわちノード 1 1 以外であれば、フレームが到着したリングと同じリングよりフレームを出力する。すなわち、もし宛先 R P R アドレスが自ノード以外で、ポート 1 1 3 より入力されたフレームはポート 1 1 4 に転送され、ポート 1 1 4 より入力されたフレームはポート 1 1 3 に転送される。

【0 3 3 8】

(6) ポート 1 1 3 もしくはポート 1 1 4 から入力されるフレームの宛先 R P R アドレスを調べ、もし宛先 R P R アドレスが不明であれば、前記フレームをフレームが到着したリングと同じリングよりフレームを出力すると同時に、前記フレームを複製し、R P R ヘッダを削除して、仮想ポート 1 1 6 に転送する。

【0 3 3 9】

(7) 送信元 R P R ノードが自ノードであるフレームをポート 1 1 3 もしくはポート 1 1 4 より受信した場合は、廃棄する。

【0 3 4 0】

(8) 障害検出器 1 0 9 からの障害検知情報を受け、ラッピング等の方式により、障害回避を行う。

【0 3 4 1】

テーブル 1 0 7 R は、宛先 M A C アドレスに対応する出力ポート、及び、挿入する R P R ヘッダに記載される宛先ノード I D 及びリング I D が記載される。初期状態では、宛先 M A C が B P D U 用の特殊アドレスであるブリッジグループアドレス (0 1 - 8 0 - C 2 - 0 0 - 0 0 - 0 0) である場合には、自ノードと同じネットワーク (すなわちネットワーク 1 とネットワーク 2) に接続されている隣接ノード、すなわちノード 1 2 R にフレームを転送するよう、指定する。

【0 3 4 2】

上記と同様に、ノード 1 2 R では、ブリッジグループアドレスの宛先 R P R ノードはノード 1 1 R に、ノード 1 3 R では、ブリッジグループアドレスの宛先 R

P R ノードはノード 1 4 R に、ノード 1 4 R では、ブリッジグループアドレスの宛先 R P R ノードはノード 1 3 R に、それぞれ設定する。

【 0 3 4 3 】

T T L マネージャ 1 0 8 R は、障害検出器 1 0 9、及び R P R フレーム転送器 1 0 5 R から入力されたフレームを、T T L 値によりそれぞれ R P R フレーム転送器 1 0 5 R、または障害検出器 1 0 9 宛に転送もしくは廃棄を行い、さらに、フレーム通過時に T T L フィールドの書き換えを行う。

【 0 3 4 4 】

ポート 1 1 3 は、ノード 1 1 に属す、ネットワーク 1 を接続するためのポートである。本実施の形態においては、ポート 1 1 3 には内側リング (I n n e r R i n g) R 2 0 1 の出力及び、外側リング (O u t e r R i n g) R 2 0 2 の入力接続される。

【 0 3 4 5 】

ポート 1 1 4 は、ノード 1 1 に属す、ネットワーク 1 を接続するためのポートである。本実施の形態においては、ポート 1 1 4 には内側リング (I n n e r R i n g) R 2 0 1 の入力及び、外側リング (O u t e r R i n g) R 2 0 2 の出力が接続される。

【 0 3 4 6 】

図 1 8 は、図 1 7 におけるテーブル 1 0 7 R の構成例を示す図である。

【 0 3 4 7 】

宛先 R P R ノード 1 0 7 1 R は、宛先 M A C 1 0 7 1 に示された M A C アドレスを持つノードに近い、ノード 1 1 R ~ 1 4 R のうちのいずれか 1 つのノードが記載される。通常は、ルートノードとなっているノードが設定される。図 1 6 の例では、ノード 1 1 R 及びノード 1 3 R がルートノードになっているため、ネットワーク 2 に属するノードの宛先 R P R ノードはノード 1 1 R に、ネットワーク 3 に属するノードの宛先 R P R ノードはノード 1 3 R に、それぞれ設定される。このフィールドは、アドレス学習器 1 0 6 もしくは手動設定により設定される。

【 0 3 4 8 】

リング I D 1 0 7 2 R は、宛先 R P R ノード 1 0 7 R に記されたノードに到達するために利用するリングを現している。R P R では 1 対の片方向リングを、I n n e r R i n g R 2 0 1 及び O u t e r R i n g R 2 0 2 で管理する。もしこのフィールドに削除命令が設定されている場合、ノードは入力されたフレームに付属している R P R ヘッダを削除する。もし、入力されたヘッダに削除命令がない場合は、新たに R P R ヘッダを追加する。

【 0 3 4 9 】

図 1 9 は、図 1 7 における T T L マネージャ 1 0 8 R の構成を示すブロック図である。

【 0 3 5 0 】

T T L チェッカー 1 0 8 1 R は、T T L コントローラ 1 0 8 3 R より入力されたフレームの T T L フィールドを確認し、T T L 値が「0」以下となる場合にはフレームを廃棄し、T T L 値が「1」以上である場合は、前記フレームを障害検出器 1 0 9 を経由して、ポート 1 1 3 に転送する。

【 0 3 5 1 】

T T L チェッカー 1 0 8 2 R は、T T L コントローラ 1 0 8 4 R より入力されたフレームの T T L フィールドを確認し、T T L 値が「0」以下となる場合にはフレームを廃棄し、T T L 値が「1」以上である場合は、前記フレームを障害検出器 1 0 9 を経由して、ポート 1 1 4 に転送する。

【 0 3 5 2 】

T T L コントローラ 1 0 8 3 R は、R P R フレーム転送器 1 0 5 R から受信したフレームに設定されている T T L 値を減算し、T T L チェッカー 1 0 8 1 R に転送する。

【 0 3 5 3 】

T T L コントローラ 1 0 8 4 R は、R P R フレーム転送器 1 0 5 R から受信したフレームに設定されている T T L 値を減算し、T T L チェッカー 1 0 8 2 R に転送する。

【 0 3 5 4 】

図 2 0 は、図 1 8 における T T L マネージャ 1 0 8 R の別の構成例を示すブロ

ック図である。

【0355】

TTLチェッカー1081Rは、TTLコントローラ1083Rより入力されたフレームのTTLフィールドを確認し、TTL値が「0」以下となる場合にはフレームを廃棄し、TTL値が「1」以上である場合は、RPRフレーム転送器105Rに転送する。

【0356】

TTLチェッカー1082Rは、TTLコントローラ1084Rより入力されたフレームのTTLフィールドを確認し、TTL値が「0」以下となる場合にはフレームを廃棄し、TTL値が「1」以上である場合は、RPRフレーム転送器105Rに転送する。

【0357】

TTLコントローラ1083Rは、障害検出器109を経由してポート113から受信したフレームに設定されているTTL値を減算し、TTLチェッカー1081Rに転送する。

【0358】

TTLコントローラ1084Rは、障害検出器109を経由してポート114から受信したフレームに設定されているTTL値を減算し、TTLチェッカー1082Rに転送する。

【0359】

(第3の実施の形態の動作例1：RPRによるスパニングツリー構築例(接続にRPRを利用))

次に、図16参照し、本実施の形態において、ネットワーク2及びネットワーク3においてスパニングツリーを構築し、ノード21からノード31にフレームを転送する動作について、具体例を示して詳細に記述する。

【0360】

ネットワーク1内の各ノード、すなわちノード11R～ノード14Rの各ノードのテーブル107Rに、ブリッジグループアドレスを宛先MACアドレスとするフレームを仮想ポート116より受信した場合の、宛先RPRアドレス、リン

グ I D、出力先ポートをあらかじめ手動で設定しておく。

【 0 3 6 1 】

ノード 1 1 R は、ネットワーク 1 側に送信する B P D U フレームには、宛先 R P R ノードアドレスとしてノード 1 2 R を指定して送信するため、前記 B P D U フレームはノード 1 3 R やノード 1 4 R では処理されずに、ノード 1 2 R に到達する。

【 0 3 6 2 】

ノード 1 2 R ～ノード 1 4 R の各ノードにおいても、B P D U フレームは、自ノードが接続されているネットワークと同一のネットワークに接続されているノードを宛先として、B P D U フレームを転送する。

【 0 3 6 3 】

すると、図 1 6 には記載していないが、ネットワーク 2 のツリーから見てノード 1 1 R からノード 1 2 R の間と、ネットワーク 3 のツリーから見てノード 1 3 R からノード 1 4 R の間の、それぞれの間のリンクも、各ツリーの枝になっている。

【 0 3 6 4 】

なお、ノード 1 1 R からノード 1 2 R の間、及び、ノード 1 3 R からノード 1 4 R の間のコストは小さく設定し、ノード 1 1 R からノード 2 1 及びノード 2 2 の間のコストは、ノード 1 3 R からノード 1 4 R の間のコストよりも大きめに設定している。

【 0 3 6 5 】

ネットワーク 2 はノード 1 1 R、ネットワーク 3 はノード 1 3 R をそれぞれルートノードとし、図 1 6 に示す構成でネットワーク 2 のツリー及び、ネットワーク 3 のツリーが安定しているとする。

【 0 3 6 6 】

次に、ノード 2 1 からノード 3 1 にフレームを転送する場合について述べる。

【 0 3 6 7 】

ノード 2 1 は、宛先 M A C アドレスにノード 3 1 の M A C アドレスを付加したフレームを、ネットワーク 2 のツリーにしたがって、ノード 1 1 R に送信する。

【0 3 6 8】

ノード 1 1 R は、ノード 2 1 より宛先 M A C アドレスがノード 3 1 であるフレームを受信すると、アドレス学習器の働きにより、宛先 M A C アドレスが 2 1 であるフレームの宛先ポートがポート 1 1 1 であるという記述をテーブル 1 0 3 に記載し、さらに、宛先 M A C アドレスが 2 1 であるフレームの宛先ポートが仮想ポート 1 1 6 であるという記述をテーブル 1 0 7 R に記載する。

【0 3 6 9】

学習が十分に行われていない状態では、ノード 1 1 R は、サーチの結果、ノード 3 1 の M A C に対するエントリがテーブル 1 0 3 およびテーブル 1 0 7 R の双方に存在しないため、受信したフレームに、宛先 R P R アドレス不明、リング I D として O u t e r リング R 2 0 2 を指定して、前記フレームをポート 1 1 4 よりノード 1 2 R に向けて送信する。

【0 3 7 0】

ノード 1 2 R は、ノード 1 1 R より宛先 R P R アドレス不明なフレームを受信すると、ノード 1 1 R より受信したフレームを複製して R P R ヘッダを取り外し、宛先 M A C アドレスが 2 1 であるフレームの宛先 R P R アドレスが 1 1 R であるという記述をテーブル 1 0 7 R に記載し、さらに、宛先 M A C アドレスが 2 1 であるフレームの宛先ポートが仮想ポート 1 1 6 であるという記述をテーブル 1 0 3 に記載した上で、ポート 1 2 1 及びポート 1 2 2 にフレームを転送しようとするが、これらポートはスパニングツリーによって遮断されているため、フレームは流れない。同時に、ノード 1 2 R は、ノード 1 1 R より受信したフレームをそのままノード 1 4 R に転送する。

【0 3 7 1】

ノード 1 4 R は、ノード 1 2 R より宛先 R P R アドレス不明なフレームを受信すると、ノード 1 2 R より受信したフレームを複製して R P R ヘッダを取り外し、宛先 M A C アドレスが 2 1 であるフレームの宛先 R P R アドレスが 1 1 R であるという記述をテーブル 1 0 7 R に記載し、さらに、宛先 M A C アドレスが 2 1 であるフレームの宛先ポートが仮想ポート 1 1 6 であるという記述をテーブル 1 0 3 に記載した上で、ポート 1 4 1 及びポート 1 4 2 にフレームを転送しようとする。

するが、これらポートはスパニングツリーによって遮断されているため、フレームは流れない。同時に、ノード 14 R は、ノード 12 R より受信したフレームをそのままノード 13 R に転送する。

【0372】

ノード 13 R は、ノード 14 R より宛先 RPR アドレス不明なフレームを受信すると、ノード 14 R より受信したフレームを複製して RPR ヘッダを取り外し、宛先 MAC アドレスが 21 であるフレームの宛先 RPR アドレスが 11 R であるという記述をテーブル 107 R に記載し、さらに、宛先 MAC アドレスが 21 であるフレームの宛先ポートが仮想ポート 116 であるという記述をテーブル 103 に記載した上で、自ノードの仮想ポートを通じて、ポート 131 及びポート 132 にフレームを転送しようとするが、ポート 132 はスパニングツリーによって遮断されているため、ポート 131 のみにフレームが転送される。同時に、ノード 13 R は、ノード 14 R より受信したフレームをそのままノード 11 R に転送する。

【0373】

ノード 11 R は、ノード 13 R より宛先 RPR アドレス不明なフレームを受信するが、前記フレームの送信元 RPR ノードアドレスが自ノードであるので、前記フレームを廃棄する。

【0374】

ノード 31 は、ノード 13 R より、宛先 MAC アドレスが自ノードの MAC アドレスと一致するフレームを受信する。

【0375】

以上のようにして、ノード 21 からノード 31 にフレームが伝達される。

【0376】

(第3の実施の形態の動作例2：RPRによるスパニングツリー構築例(接続にはRPRを利用))

次に図16参照し、本実施の形態において、ノード21からノード31へのフレーム転送によって、ノード21のMACアドレスがノード11R～ノード14R及びノード31において学習されている場合に、ノード31からノード21にフ

フレームを転送する動作について、具体例を示して詳細に記述する。

【 0 3 7 7 】

ノード 3 1 は、ノード 2 1 の MAC アドレスをキーとして、テーブル 1 0 3 を検索する。その結果、宛先ポートが仮想ポート 1 1 6 であると判明するので、仮想ポート 1 1 6 にフレームを転送する。同時に、アドレス学習器 1 0 2 によって、入力元の MAC アドレスと、入力元のポートをテーブル 1 0 3 に記載する。

【 0 3 7 8 】

ノード 3 1 内の転送器 1 0 5 R は、ノード 2 1 の MAC アドレスをキーとして、テーブル 1 0 7 R を検索する。その結果、宛先ポートがポート 3 1 1 (ノード 1 3 R が接続されているポート) であると判明するので、ポート 3 1 1 にフレームを転送する。同時に、アドレス学習器 1 0 6 によって、入力元の MAC アドレスであるノード 3 1 の MAC アドレスと、入力元のポートである仮想ポート 1 1 6 を、テーブル 1 0 7 R に記載する。

【 0 3 7 9 】

ノード 1 3 R 内の転送器 1 0 1 は、ポート 1 3 1 よりフレームを受信すると、ノード 2 1 の MAC アドレスをキーとして、テーブル 1 0 3 を検索する。その結果、宛先ポートが仮想ポート 1 1 6 であると判明するので、仮想ポート 1 1 6 にフレームを転送する。同時に、アドレス学習器 1 0 2 によって、送信元の MAC アドレスであるノード 3 1 の MAC アドレスと、入力元のポートであるポート 1 3 1 を、テーブル 1 0 3 に記載する。

【 0 3 8 0 】

ノード 1 3 R 内の R P R フレーム転送器 1 0 5 R は、仮想ポート 1 1 6 より宛先 MAC が 2 1 のフレームを受信し、ノード 2 1 の MAC アドレスをキーとして、テーブル 1 0 7 R を検索する。その結果、宛先 R P R アドレスがノード 1 1 R であると判明するため、宛先 R P R アドレスとしてノード 1 1 R を設定した R P R ヘッダを付加し、ポート 1 3 3 にフレームを転送する。同時に、アドレス学習器 1 0 6 によって、送信元の MAC アドレスであるノード 3 1 の MAC アドレスと、入力元のポートである仮想ポート 1 1 6 を、テーブル 1 0 7 R に記載する。

【 0 3 8 1 】

ノード 1 1 R 内の R P R フレーム転送器 1 0 5 R は、ポート 1 1 3 より宛先 R P R アドレスが 1 1 R であるフレームを受信すると、前記フレームが自ノード宛であると判断できるので、R P R ヘッダを削除し、仮想ポート 1 1 6 に前記フレームを転送する。同時に、アドレス学習器 1 0 6 によって、入力元の M A C アドレスであるノード 3 1 の M A C アドレスと、入力元の R P R ノードであるノード 1 3 R、及び、入力元のポートであるポート 1 1 3 を、テーブル 1 0 7 に記載する。

【 0 3 8 2 】

ノード 1 1 R 内の転送器 1 0 1 は、仮想ポート 1 1 6 より宛先 M A C アドレスが 2 1 であるフレームを受信すると、テーブル 1 0 3 を検索したうえで、前記フレームをポート 1 1 1 に転送する。同時に、アドレス学習器 1 0 2 によって、送信元の M A C アドレスであるノード 3 1 の M A C アドレスと、入力元のポートである仮想ポート 1 1 6 を、テーブル 1 0 3 に記載する。

【 0 3 8 3 】

ノード 2 1 は、ノード 1 1 R のポート 1 1 1 より、ノード 3 1 が送信したフレームを受信する。

【 0 3 8 4 】

以上のようにして、ノード 3 1 からノード 2 1 へ、フレームが伝達される。

【 0 3 8 5 】

(第 3 の実施の形態の効果)

次に、本実施の形態の効果について説明する。

【 0 3 8 6 】

従来、トポロジの形状が複雑化したり、ネットワークに収容されるノードの数が増加するほど、スパニングツリーの構築に時間がかかった。

【 0 3 8 7 】

本実施の形態では、スパニングツリーをドメイン毎に分割することにより、スパニングツリーの構築時間の短縮が可能である。

【 0 3 8 8 】

また、従来、障害によりスパニングツリーの構成を変更する場合は、ネットワ

ークの一部を局所的に停止させながら、徐々に構成を変更して、ネットワーク全体を再構成するため、障害箇所から離れた場所においても、一時的にネットワークが停止していたが、本実施の形態では、スパニングツリーをドメイン毎に分割することにより、障害発生時の影響が及ぶ範囲を最小限に限定することが可能である。

【 0 3 8 9 】

(第 4 の実施の形態)

以下、本発明の第 4 の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【 0 3 9 0 】

図 2 1 を参照すると、本発明の第 4 の実施の形態は、第 1 の実施の形態の図 1 におけるネットワーク 1 を、ノード 5 1 及びノード 5 2 の 2 つのノードによって構成している点において異なる。

【 0 3 9 1 】

図 2 2 は、図 2 1 におけるノード 5 1 の構成を示すブロック図である。

【 0 3 9 2 】

B P D U 識別器 1 0 0 は、以下に示す動作を行う。

【 0 3 9 3 】

(1) 転送器 1 0 1 から入力されたフレームを、そのままポート 5 1 2 に転送する。

【 0 3 9 4 】

(2) ツリーマネージャ 1 0 4 X から入力されたフレームに、ツリーマネージャ 1 0 4 X からの入力であることを示す識別子を付加し、ポート 5 1 2 に転送する。

【 0 3 9 5 】

(3) ツリーマネージャ 1 0 4 Y から入力されたフレームに、ツリーマネージャ 1 0 4 Y からの入力であることを示す識別子を付加し、ポート 5 1 2 に転送する。

【 0 3 9 6 】

(4) ポート 5 1 2 から入力されたフレームを調べ、ツリーマネージャ 1 0 4

Xからの入力であることを示す識別子が付加されていた場合は、前記識別子を削除し、ツリーマネージャ 1 0 4 Xに転送する。

【 0 3 9 7 】

(5) ポート 5 1 2 から入力されたフレームを調べ、ツリーマネージャ 1 0 4 Yからの入力であることを示す識別子が付加されていた場合は、前記識別子を削除し、ツリーマネージャ 1 0 4 Yに転送する。

【 0 3 9 8 】

(6) ポート 5 1 2 から入力されたフレームを調べ、B P D U 識別器 1 0 0 によって付加された識別子がない場合は、そのまま転送器 1 0 1 に転送する。

【 0 3 9 9 】

ツリーマネージャ 1 0 4 Xは、以下に挙げる 4 つの機能を有する。

【 0 4 0 0 】

(1) ポート 5 1 1、及びB P D U 識別器 1 0 0 からフレーム入力を受け、スパニングツリープロトコルにより、フレーム転送器 1 0 1 への転送もしくは廃棄を行う。

【 0 4 0 1 】

(2) 転送器 1 0 1 からフレームの入力を受け、スパニングツリープロトコルにより、ポート 5 1 1、及びB P D U 識別器 1 0 0 への転送もしくは廃棄を行う。

【 0 4 0 2 】

(3) スパニングツリーの制御用として、B P D U フレームの送受信を行う。

【 0 4 0 3 】

ツリーマネージャ 1 0 4 Yは、本実施の形態におけるツリーマネージャ 1 0 4 Xと同様の動作を行うツリーマネージャである。

【 0 4 0 4 】

図 2 3 は、図 2 2 におけるB P D U 識別器 1 0 0 の構成を示すブロック図である。

【 0 4 0 5 】

分類器 1 0 0 1 は、ポート 5 1 2 から入力されたフレームの識別子を調べ、識

別子削除器 1 0 0 3、識別子削除器 1 0 0 5、もしくは転送器 1 0 1 に転送する。また、識別子挿入器 1 0 0 2、識別子挿入器 1 0 0 4、もしくは転送器 1 0 1 から受信したフレームを、適切なタイミングでポート 5 1 2 に転送する。通常、B P D U フレームのみが識別子削除器 1 0 0 3 及び 1 0 0 5 に転送され、その他のフレームは転送器 1 0 1 に転送される。

【 0 4 0 6 】

識別子挿入器 1 0 0 2 は、ツリーマネージャ 1 0 4 X から入力されたフレームに、ツリーマネージャ 1 0 4 X からの入力であることを示す識別子を付加し、分類器 1 0 0 1 に転送する。

【 0 4 0 7 】

識別子削除器 1 0 0 3 は、分類器 1 0 0 1 から入力されたフレームに付加されている識別子を削除し、前記フレームをツリーマネージャ 1 0 4 X に転送する。

【 0 4 0 8 】

識別子挿入器 1 0 0 4 は、ツリーマネージャ 1 0 4 Y から入力されたフレームに、ツリーマネージャ 1 0 4 Y からの入力であることを示す識別子を付加し、分類器 1 0 0 1 に転送する。

【 0 4 0 9 】

識別子削除器 1 0 0 5 は、分類器 1 0 0 1 から入力されたフレームに付加されている識別子を削除し、前記フレームをツリーマネージャ 1 0 4 Y に転送する。

【 0 4 1 0 】

(第 4 の実施の形態の動作例：スパニングツリー構築例)

次に図 2 1 参照し、本実施の形態において、ネットワーク 2 及びネットワーク 3 においてスパニングツリーを構築し、ノード 2 1 からノード 3 1 にフレームを転送する動作について、ノード 5 1 がルートノードとなる場合について、具体例を示して詳細に記述する。

【 0 4 1 1 】

まずネットワーク 2 に属するノードにおいて、ツリーマネージャ 1 0 4 X を用いてネットワーク 2 のスパニングツリーを作成する。ノード 5 1 のツリーマネージャ 1 0 4 X により送信された B P D U フレームは、ポート 5 1 1 よりノード 2

1 に向けて送信される場合には、特別な識別子は付加されないが、ポート 5 1 2 よりノード 5 2 に向かって送信される場合には、ツリーマネージャ 1 0 4 X から送信されたことを示す識別子が付加される。

【 0 4 1 2 】

ノード 5 1 のポート 5 1 2 から送信された、識別子付き B P D U フレームは、ノード 5 2 のポート 5 2 2 で受信されると、識別子を確認され、ノード 5 2 内のツリーマネージャ 1 0 4 X に転送される。

【 0 4 1 3 】

ノード 5 2 のツリーマネージャ 1 0 4 X は、ノード 5 1 との間で識別子付きの B P D U フレームを交換し、また、ノード 2 1 との間で識別子のない B P D U フレームの交換を行う。

【 0 4 1 4 】

このとき、ノード 5 1 とノード 5 2 の間のリンク及びポートでは、常にノード 5 1 及びノード 5 2 の間のリンクがツリーの枝となるように、コストを他のポート及びリンクよりも小さく設定する。

【 0 4 1 5 】

ノード 5 1、ノード 5 2、そしてノード 2 1 の間での B P D U フレーム交換が完了すると、図 2 1 において太線に示すようなツリーが作成される。

【 0 4 1 6 】

次に、ネットワーク 3 に属するノードにおいて、ツリーマネージャ 1 0 4 Y を用いてネットワーク 3 のスパニングツリーを作成する。ノード 5 1 のツリーマネージャ 1 0 4 Y により送信された B P D U フレームは、ポート 5 1 3 よりノード 3 1 に向けて送信される場合には、特別な識別子は付加されないが、ポート 5 1 2 よりノード 5 2 に向かって送信される場合には、ツリーマネージャ 1 0 4 Y から送信されたことを示す識別子が付加される。

【 0 4 1 7 】

ノード 5 1 のポート 5 1 2 から送信された、識別子付き B P D U フレームは、ノード 5 2 のポート 5 2 2 で受信されると、識別子を確認され、ノード 5 2 内のツリーマネージャ 1 0 4 Y に転送される。

【 0 4 1 8 】

ノード 5 2 のツリーマネージャ 1 0 4 Y は、ノード 5 1 との間で識別子付きの B P D U フレームを交換し、また、ノード 3 1 との間で識別子のない B P D U フレームの交換を行う。

【 0 4 1 9 】

このとき、ノード 5 1 とノード 5 2 の間のリンク及びポートでは、つねにノード 5 1 及びノード 5 2 の間のリンクがツリーの枝となるように、コストを他のポート及びリンクよりも小さく設定する。

【 0 4 2 0 】

ノード 5 1、ノード 5 2、そしてノード 3 1 の間での B P D U フレーム交換が完了すると、図 2 2 において太線に示すようなツリーが作成される。

【 0 4 2 1 】

上記動作によると、ネットワーク 2 側のスパニングツリーすなわちツリーマネージャ 1 0 4 X と、ネットワーク 3 側のツリーすなわちツリーマネージャ 1 0 4 Y は、ノード 1 1 と 1 2 の間は常に隣接した 1 本のリンクのように見える。

【 0 4 2 2 】

以上の動作を行い、ネットワーク 2、3 の各ネットワークのためのスパニングツリー作成が完了すると、ネットワークのトポロジは、ループが生じない形状になって収束する。

【 0 4 2 3 】

完成したツリーの構成例を、図 2 1 に太線で示す。なお図 2 1 に示すツリー構成は、パラメータによって変化するため、図 2 1 の物理トポロジのネットワークにおいて、必ずしも図 2 1 に示すツリー構成になるとは限らない。このツリー上に、通常のネットワークと同様にデータフレームを流して、フレームを転送することができる。

【 0 4 2 4 】

なお、上記 2 つのスパニングツリーのうち、もしどれかが安定していない状態でも、パケットがループすることはない。

【 0 4 2 5 】

また、ノード 2 1、ノード 1 2 は、従来のスパニングツリー対応ノードであれば良く、特別な動作は必要にならない。

【 0 4 2 6 】

(第 4 の実施の形態の効果)

次に、本実施の形態の効果について説明する。

【 0 4 2 7 】

従来、トポロジの形状が複雑化したり、ネットワークに収容されるノードの数が増加するほど、スパニングツリーの構築に時間がかかった。

【 0 4 2 8 】

本実施の形態では、スパニングツリーをドメイン毎に分割することにより、スパニングツリーの構築時間の短縮が可能である。

【 0 4 2 9 】

また、従来、障害によりスパニングツリーの構成を変更する場合は、ネットワークの一部を局所的に停止させながら、徐々に構成を変更して、ネットワーク全体を再構成するため、障害箇所から離れた場所においても、一時的にネットワークが停止していたが、本実施の形態では、スパニングツリーをドメイン毎に分割することにより、障害発生時の影響が及ぶ範囲を最小限に限定することが可能である。

【 0 4 3 0 】

(第 5 の実施の形態)

以下、本発明の第 5 の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【 0 4 3 1 】

本発明は、非特許文献 3 に記載のネットワークにおいても適用可能である。本発明の当該ネットワークへの適用方法について説明する前に、当該ネットワークにおけるフレーム転送について、図 2 4 に一例を挙げて説明する。図 2 4 に記載のネットワークでは、1 1 G ~ 1 4 G、2 1 G、2 2 G、3 1 G、3 2 G はノードを示し、ノード 2 1 G、ノード 3 1 G には、それぞれ端末 A、B が接続されている。

【 0 4 3 2 】

当該ネットワークにおいて端末Aから端末Bにフレームを送信する場合、まず、端末Aから自端末が収容されているノード2 1 G（エッジノード）に対し、宛先MACアドレスに端末BのMACアドレスが挿入されたフレームを送信する。このフレームを受信したノード2 1 Gは、このフレームのタグ領域に、端末Bが収容されているノード3 1 GのノードIDを挿入し、スパニングツリー上の経路に沿って、このフレームをノード3 1 Gまで転送する。

【0 4 3 3】

この転送処理を行うために、各ノードでは、各ノードが有するフォワーディングテーブル(宛先ノードIDと対応するポート番号の関係が定義されているテーブル)を参照しつつ、対応するポートにフレームを送出する。このフレームがノード3 1 Gに到着すると、ノード3 1 Gでは、タグに書かれている宛先ノードIDが自ノードであることを検出する。このとき、ノード3 1 Gでは、このフレームの宛先MACアドレスに記載されたMACアドレスを確認し、宛先が端末Bであることを確認し、このフレームを端末Bが接続されているポート3 1 0に送出する。図2 4のネットワークでは、このような手順で端末間でフレームが転送できる。

【0 4 3 4】

ここで、タグ領域とは、例えば、フレームがイーサネット(R)のフレームである場合は、VLAN (V i r t u a l L A N) タグの領域を利用することができる。また、図3 1に記載のフレームのように拡張タグ格納領域2 3 0 1を設けて、この領域にノードIDを挿入しフレーム転送をしてもよい。VLANタグ領域2 2 0 3を利用する場合でも、図3 1のような拡張タグ格納領域2 3 0 1を利用する場合でも、各ノードでは、フレームの「送信元MACアドレス」領域2 2 0 2の次の領域に書かれた情報に基づいて転送先を決定することができる。

【0 4 3 5】

また、このネットワークにけるスパニングツリーの形態は、第1～4の実施形態で説明してきたように、1つのネットワークに対して1面のスパニングツリーを作成する形態の他に、次に示す形態も採ることができる。すなわち、各ノードをルートノードとするスパニングツリーをノードの数と同数(多面に)作成する形

態である。後者の形態において、フレームの転送は、宛先端末を収容しているノードをルートとするスパニングツリー上の経路に沿って行う。このように、宛先毎に異なるスパニングツリーを用いてフレームの転送をすることで、最短経路でのフレーム転送が可能となる。

【0 4 3 6】

以下に、図 2 4 のネットワークにおいて、上述の多面のスパニングツリーを作成する実施形態を示す。

【0 4 3 7】

図 2 4 を参照すると、本発明の第 5 の実施の形態は、第 1 の実施の形態の図 1 におけるノード 1 1 ~ ノード 3 2 を、それぞれノード 1 1 G ~ ノード 3 2 G に置き換え、さらに、ノード 2 1 G、ノード 2 2 G、ノード 3 1 G、ノード 3 2 G に、クライアント端末収納用のリンクである、リンク 2 1 0、リンク 2 2 0、リンク 3 1 0 及び、リンク 3 2 0 を付加している点において異なる。

【0 4 3 8】

ノード 1 1 G は、図 1 及びその他の図のノード 1 1 と比較して、MAC アドレスを学習して転送先ポートを決定するのではなく、フレームのタグ領域にエッジノードで挿入されたノード ID を参照して転送先ポートを決定する、タグフォワーディング機能を有する点において異なる。また、多面スパニングツリー構成とする場合は、ツリーマネージャが、多面に対応する構成となる点においても異なる。

【0 4 3 9】

ノード 2 1 G は、図 1 及びその他の図のノード 2 1 と比較して、MAC アドレスを学習して転送先ポートを決定するのではなく、フレームのタグ領域に挿入されたノード ID を参照して転送先ポートを決定する、タグフォワーディングを行う。また、ノード 2 1 G は、配下に端末を収容しているので、前記端末から受信したフレームのタグ領域に宛先ノードを示すノード ID を挿入し、また、ネットワーク 2 内を流れる前記端末宛のタグ付きフレームから、タグを削除した上で前記端末にフレームを転送する。

【0 4 4 0】

ポート 2 1 0 は、ノード 2 1 G と、ノード 2 1 G に収容される端末を結ぶリンクが接続されるポートである。端末は 1 台だけ接続しても良いし、ハブ等を介して複数の端末を接続しても良い。

【 0 4 4 1 】

ポート 2 2 0、ポート 3 1 0、ポート 3 2 0 は、ポート 2 1 0 と同様に、ノード 2 2 G、3 1 G、3 2 G の各ノードに収容される端末を接続するポートである。同様に、端末は 1 台だけ接続しても良いし、ハブ等を介して複数の端末を接続しても良い。

【 0 4 4 2 】

図 2 5 は、図 2 4 におけるノード 1 1 G の構成を示すブロック図である。

【 0 4 4 3 】

転送器 1 0 1 G は、多面ツリーマネージャ 1 0 4 G より入力されたフレームのヘッダやタグ、及びその他の識別情報を参照し、テーブル 1 0 3 G に記載されたポートに、前記フレームを転送する。以下の本実施の形態の説明では、識別情報としてタグ領域に挿入されたノード I D を用いた場合について述べる。

【 0 4 4 4 】

テーブル 1 0 3 G は、フレームに付加された識別タグ（ノード I D）に対応する出力ポートが記載されるテーブルである。テーブルへの書き込みは多面ツリーマネージャ 1 0 4 G によって行われ、前記テーブルに記載の情報は、転送器 1 0 1 G によって読み出される。

【 0 4 4 5 】

多面ツリーマネージャ 1 0 4 G は、以下の動作を行う。

【 0 4 4 6 】

(1) ポート 1 1 1、ポート 1 1 2 もしくは仮想ポート 1 1 6 から入力されるフレームを、I E E E 8 0 2 . 1 D もしくは I E E E 8 0 2 . 1 W に規定されるスパニングツリー作成に用いられる B P D U フレームと呼ばれる制御フレームかどうか識別し、B P D U フレームでない場合は、前記入力フレームをそのまま転送器 1 0 1 G に向けて転送する一方、B P D U フレームである場合は受信してスパニングツリー作成に必要な処理を行う。

【 0 4 4 7 】

(2) スパニングツリーの作成結果を基にして、テーブル 1 0 3 G に対して書き込みを行う。

【 0 4 4 8 】

(3) 転送器 1 0 1 G から入力されるフレームを、そのままポート 1 1 1、1 1 2 もしくは仮想ポート 1 1 6 に転送する。

【 0 4 4 9 】

(4) 前記 (1) 及び (2) の動作を、フレームに付加された識別タグ (ノード I D) 毎に行う。例えば、識別タグの数 (ノード数) が 4 0 9 6 である場合は、スパニングツリーも 4 0 9 6 種類作成する。

【 0 4 5 0 】

転送器 1 0 5 G は、多面ツリーマネージャ 1 0 8 G もしくは仮想ポート 1 1 6 より入力されたフレームのヘッダやタグ、及びその他の識別情報を参照し、テーブル 1 0 7 G に記載されたポートに、前記フレームを転送する。

【 0 4 5 1 】

テーブル 1 0 7 G は、フレームに付加された識別タグ (ノード I D) に対応する出力ポートが記載されるテーブルである。テーブルへの書き込みは多面ツリーマネージャ 1 0 8 G によって行われ、前記テーブルに記載の情報は、転送器 1 0 5 G によって読み出される。

【 0 4 5 2 】

多面ツリーマネージャ 1 0 8 G は、以下の動作を行う。

【 0 4 5 3 】

(1) ポート 1 1 3、もしくはポート 1 1 4 から入力されるフレームを、I E E E 8 0 2 . 1 D もしくは I E E E 8 0 2 . 1 W に規定されるスパニングツリー作成に用いられる B P D U フレームと呼ばれる制御フレームかどうか識別し、B P D U フレームでない場合は、前記入力フレームをそのまま転送器 1 0 5 G に向けて転送する一方、B P D U フレームである場合は受信してスパニングツリー作成に必要な処理を行う。

【 0 4 5 4 】

(2) スパニングツリーの作成結果を基にして、テーブル 1 0 7 G に対して書き込みを行う。

【 0 4 5 5 】

(3) 転送器 1 0 5 G から入力されるフレームを、そのままポート 1 1 3、もしくはポート 1 1 4 に転送する。

【 0 4 5 6 】

(4) 前記 (1) 及び (2) の動作を、フレームに付加された識別タグ (ノード I D) 毎に行う。例えば、識別タグの数 (ノード数) が 4 0 9 6 である場合は、スパニングツリーも 4 0 9 6 種類作成する。

【 0 4 5 7 】

図 2 6 は、図 2 5 におけるテーブル 1 0 3 G の構成を示す表である。

【 0 4 5 8 】

宛先識別タグ 1 0 3 1 G は、転送器 1 0 1 G が出力ポートを検索する際の検索キーとなるフィールドであり、フレーム転送方法に対応してノード I D、V L A N I D 等の、タグに記載の情報が記載される。

【 0 4 5 9 】

出力ポート 1 0 3 2 G は、宛先識別タグ 1 0 3 1 G フィールドに記載されたノード I D 等に対応する出力先ポート I D が記載されるフィールドである。この欄には 1 つもしくは複数のポート I D、もしくは仮想ポート I D が記載される。

【 0 4 6 0 】

テーブル 1 0 3 G は、スパニングツリー作成時に作成される。

【 0 4 6 1 】

図 2 7 は、図 2 4 におけるノード 2 1 G の構成を示すブロック図である。

【 0 4 6 2 】

タグ操作器 2 0 1 は、以下の動作を行う。

【 0 4 6 3 】

(1) ポート 2 1 0 から入力されるフレームの宛先 M A C アドレスを参照し、参照した宛先 M A C アドレスに対応するタグをテーブル 2 0 3 より検索し、前記フレームに挿入して、転送器 1 0 1 G に転送する。

【 0 4 6 4 】

(2) 転送器 1 0 1 Gより入力されたフレームからタグを削除し、ポート 2 1 0 に転送する。

【 0 4 6 5 】

(3) テーブル 2 0 3 を検索した結果、もし宛先MACアドレスに対応するタグが取得できない場合は、フレームをコピーして、ネットワーク 2 及びネットワーク 3 上に存在する自ノード以外のすべてのノード (図 2 4 の例ではノード 2 2 G, ノード 3 1 G, ノード 3 2 G) を宛先とするタグ (図 2 4 の例では 0 0 2 2 、 0 0 3 1 、 0 0 3 2) と、自ノードのタグIDを示すソースタグ (この場合は 0 0 2 1) を付加して、それぞれフレーム作成し (この場合は合計 3 個のフレームになる)、転送器 1 0 1 G に転送する。

【 0 4 6 6 】

アドレス学習器 2 0 2 は、転送器 1 0 1 Gより受信したフレームの、ソースMACアドレス及びソースタグを調べ、それぞれをテーブル 2 0 3 の宛先MACアドレス欄及び挿入タグ欄に書き込む。

【 0 4 6 7 】

テーブル 2 0 3 は、フレームの宛先MACアドレスに対応する挿入識別タグが記載されるテーブルである。テーブル 2 0 3 のコンテンツの一例としては、フレームの宛先端末のMACアドレスと宛先端末が収容されるノードのIDとの対応関係、がある。このテーブルは、エッジノードがフレームのタグ領域にノードIDを挿入する際に参照するものである。また、このテーブルは、ネットワーク管理サーバからの情報に基づいて作成することができ、テーブルへの書き込みはアドレス学習器 2 0 2 によって行われ、前記テーブルに記載の情報は、タグ操作器 2 0 1 によって読み出される。

【 0 4 6 8 】

図 2 8 は、図 2 7 におけるテーブル 2 0 3 のフォーマット構成を示す図である。

【 0 4 6 9 】

宛先MAC 2 0 3 1 は、タグ操作器 2 0 1 が挿入する識別タグを検索する際の

検索キーとなるフィールドであり、通常はMACアドレスが記載される。

【0 4 7 0】

挿入タグ 2 0 3 2 は、宛先MAC 2 0 3 1 に対応する挿入する識別タグが記載されるフィールドである。挿入タグの一例としては、宛先端末が収容されるノードのIDがある。この欄には1つもしくは複数の識別タグが記載される。

【0 4 7 1】

(第5の実施の形態の動作例：タグフォワーディング)

次に、図 2 4 ～ 2 7 を参照し、本実施の形態において、ネットワーク 1 ～ ネットワーク 3 においてスパニングツリーを構築し、ノード 2 1 G のポート 2 1 0 に接続された端末から、ノード 3 1 G (ノードID：0 0 3 1) のリンク 3 1 0 に接続された端末(宛先MACアドレス 2 2 : 0 0 : 0 0 : 0 0 : 0 0 : 2 2)に、図 3 1 記載のフレームを転送する動作について、具体例を示して詳細に記述する。

【0 4 7 2】

まず、ネットワーク 1 について、ネットワーク 1 ～ 3 の合計ノード数と同数のスパニングツリーを作成し、次に、ネットワーク 2、3 についてもこのノード数と同数のスパニングツリーを作成する。

【0 4 7 3】

この結果、ネットワーク 1 ～ ネットワーク 3 における各ネットワークにおいて、識別タグの数(ノード数)だけスパニングツリーが作成される。このように、スパニングツリー作成時には、各ネットワーク毎にツリーを作成する。一方、フレーム転送時には、ネットワーク全面についてスパニングツリーが作成されているとの認識の基、フレーム転送が行われるのは上述の通りである。また、ノード数分、作成されたスパニングツリーの各々は、各ノードをルートノードとする形状となっている。いま、宛先ノード 3 1 G の識別タグであるノードID：0 0 3 1 に対応するスパニングツリーが、図 2 4 の太線のように構築されたとする。

【0 4 7 4】

ノード 2 1 G の配下に接続された端末は、宛先MACアドレスに 2 2 : 0 0 : 0 0 : 0 0 : 0 0 : 2 2 を指定したフレームを送信し、このフレームはポ

ート 2 1 0 よりノード 2 1 G に到着する。

【 0 4 7 5 】

ここで、図 2 7 を参照すると、ノード 2 1 G のタグ操作器 2 0 1 は、ポート 2 1 0 より宛先 MAC アドレスに 2 2 : 0 0 : 0 0 : 0 0 : 0 0 : 2 2 が指定されたフレームを受信すると、図 2 8 に示すテーブル 2 0 3 を検索し、前記 MAC アドレスに対応するタグである、ノード ID : 0 0 3 1 を取得し、この ID を前記フレームの拡張タグ格納領域に挿入して、転送器 1 0 1 G に送る。

【 0 4 7 6 】

ノード 2 1 G の転送器 1 0 1 G は、フレームに付加されたタグ（ノード ID）を参照し、図 2 6 に示すテーブル 1 0 3 G を参照して、出力ポートとして 2 1 2 を取得し、前記フレームをポート 2 1 2 に転送する。

【 0 4 7 7 】

具体的には、図 2 5 を参照すると、ノード 1 1 G 内の多面ツリーマネージャ 1 0 4 G は、ノード 2 1 G より送信された、宛先 MAC 2 2 : 0 0 : 0 0 : 0 0 : 0 0 : 2 2、宛先タグ 0 0 3 1 フレームを、ポート 1 1 1 より受信する。前記フレームは、BPDU フレームではないため、直ちに転送器 1 0 1 G に転送される。

【 0 4 7 8 】

ノード 1 1 G 内の転送器 1 0 1 G は、多面ツリーマネージャ 1 0 4 G よりフレームを受信し、宛先タグ 0 0 3 1 をキーとしてテーブル 1 0 3 G を検索し、宛先ポートとして仮想ポート 1 1 6 を取得し、前記フレームを仮想ポート 1 1 6 に転送する。

【 0 4 7 9 】

ノード 1 1 G 内の転送器 1 0 5 G は、仮想ポート 1 1 6 よりこのフレームを受信し、宛先タグ 0 0 3 1 をキーとしてテーブル 1 0 7 G を検索し、宛先ポートとしてポート 1 1 3 を取得し、前記フレームをポート 1 1 3 に転送する。

【 0 4 8 0 】

ノード 1 1 G 内の多面ツリーマネージャ 1 0 8 G は、転送器 1 0 5 G より入力されたフレームを、そのまま障害検出器 1 0 9 を通じてポート 1 1 3 から出力す

る。

【 0 4 8 1 】

次に、図 2 4 を参照すると、ノード 1 3 G は、ノード 1 1 G が転送したフレームをポート 1 3 3 より受信し、ノード 1 1 G と同様の方法で、転送器 1 0 5 G 及び転送器 1 0 1 G において、宛先タグ 0 0 3 1 をキーとしてフレームの転送先ポートを検索し、ポート 1 3 1 に転送する。

【 0 4 8 2 】

ノード 3 1 G は、ポート 3 1 2 よりフレームを受信し、転送器 1 0 1 G において宛先タグ 0 0 3 1 をキーとしてテーブル 1 0 3 G を検索し、前記フレームが自ノード宛であると確認すると、タグ操作器 2 0 1 においてタグを削除し、ポート 3 1 0 より前記フレームを出力する。

【 0 4 8 3 】

ポート 3 1 0 の配下に接続された M A C アドレス 2 2 : 0 0 : 0 0 : 0 0 : 0 0 : 2 2 の端末は、ノード 3 1 G のポート 3 1 0 より出力されたフレームが入力されると、宛先 M A C アドレスを確認し、自ノード宛であると確認して受信する。

【 0 4 8 4 】

以上のようにして、ノード 2 1 G のポート 2 1 0 の配下に接続された端末から、ノード 3 1 G の配下に接続された端末まで、フレームを転送することができる。

【 0 4 8 5 】

(第 5 の本実施の形態の効果)

次に、本実施の形態の効果について説明する。

【 0 4 8 6 】

従来、トポロジの形状が複雑化したり、ネットワークに収容されるノードの数が増加するほど、スパニングツリーの構築に時間がかかった。

【 0 4 8 7 】

本実施の形態では、スパニングツリーをドメイン毎に分割することにより、スパニングツリーの構築時間の短縮が可能である。

【 0 4 8 8 】

また、従来、障害によりスパニングツリーの構成を変更する場合は、ネットワークの一部を局所的に停止させながら、徐々に構成を変更して、ネットワーク全体を再構成するため、障害箇所から離れた場所においても、一時的にネットワークが停止していたが、本実施の形態では、スパニングツリーをドメイン毎に分割することにより、障害発生時の影響が及ぶ範囲を最小限に限定することが可能である。

【 0 4 8 9 】

本発明のネットワークにおけるノードの構成要素である各手段の機能については、それをハードウェア的に実現することは勿論として、上記した各手段の機能を実現するプログラムをコンピュータ処理装置のメモリにロードして、コンピュータ処理装置を制御することで実現することができる。このプログラムは、磁気ディスク、半導体メモリその他の記録媒体からコンピュータ処理装置にロードされ、コンピュータ処理装置の動作を制御することにより、上述した各機能を実現する。

【 0 4 9 0 】

(第 6 の実施の形態)

以下、本発明の第 6 の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【 0 4 9 1 】

第 6 の実施の形態は、本発明を階層化ネットワークに適用した形態である。ここでは、図 3 2 に記載の 3 つのネットワークを、本発明を適用して接続する場合の例について説明する。広域ネットワーク 3 2 0 1 としては、例えば、都市間を接続するような広域なネットワークを想定しており、ローカルネットワーク 3 2 0 3, 3 2 0 3 としては、都市内に展開されている規模のネットワークを想定する。

【 0 4 9 2 】

広域ネットワーク 3 2 0 1 は、ノード 3 2 1 0 ~ 3 2 2 1 で構成され、各ノードが図 3 2 に示すように接続されている。また、ローカルネットワーク 3 2 0 2 はノード 3 2 0 2 0 ~ 3 2 0 2 5 で構成され、ローカルネットワーク 3 2 0 3 は

ノード 3 2 0 3 0 ~ 3 2 0 3 5 で構成され、各ノードは図 3 2 に示すように接続されている。また、ローカルネットワーク 3 2 0 2 とローカルネットワーク 3 2 0 3 は、それぞれ別々の都市に存在するものとする。

【 0 4 9 3 】

このような 3 つのネットワークを本発明を適用して接続した場合の例について、図 3 3 に記載する。

【 0 4 9 4 】

図 3 3 では、本発明のノードによる 2 通りの接続例を示している。

【 0 4 9 5 】

第 1 の接続例は、広域ネットワーク 3 2 0 1 とローカルネットワーク 3 2 0 2 を、既設のノード 3 2 1 0、3 2 1 3、3 2 0 2 3、3 2 0 2 5 を本発明によるノード 3 3 0 0、3 3 0 1、3 3 0 2、3 3 0 3 でそれぞれ置き換えることにより接続している例である。

【 0 4 9 6 】

また、第 2 の接続例は、広域ネットワーク 3 2 0 1 とローカルネットワーク 3 2 0 3 を、本発明によるノード 3 3 0 4、3 3 0 5、3 3 0 6、3 3 0 7 を新たに設置し、既設のノード 3 2 1 9、3 2 2 1、3 2 0 3 1、3 2 0 3 2 と接続することにより、互いに接続している例である。

【 0 4 9 7 】

このように、本発明によるノードを用いて接続されたネットワークにおいてスパニングツリーを作成する際には、以下に示すように、まず、ノード 3 3 0 0、3 3 0 1、3 3 0 2、3 3 0 3 から構成されるネットワークと、ノード 3 3 0 4、3 3 0 5、3 3 0 6、3 3 0 7 から構成されるネットワークにおいてスパニングツリーが作成される。次に、広域ネットワーク 3 2 0 1、ローカルネットワーク 3 2 0 2、3 2 0 3 において、それぞれ、スパニングツリーが作成される。このように、スパニングツリー作成段階においては、各ネットワーク毎にスパニングツリーが作成される。

【 0 4 9 8 】

また、フレームの転送は、作成されたスパニングツリー上の経路に沿って行わ

れるが、フレーム転送時には、スパニングツリーが分割して作成されていることは意識されず、ネットワーク全体について、一つのスパニングツリーが作成されているものとして転送される。

【 0 4 9 9 】

スパニングツリー作成動作は、第 1 ～ 5 の実施形態で説明した動作と同様である。そして、ノード 3 3 0 0 ～ 3 3 0 7 は、図 2 5 に示したように構成されている。ただ、作成されるスパニングツリーが一面の場合は、多面ツリーマネージャ 1 0 4 G、1 0 8 G は、図 2 のツリーマネージャ 1 0 4、1 0 8 でもよく、さらに、スパニングツリーの機能に応じて、図 1 3 のツリーマネージャ 1 0 4 A でよい。また、ノード 3 3 0 0 ～ 3 3 0 7 以外のノードは、従来のスパニングツリー対応のノードであればよく、必ずしも、本発明のノードである必要はない。

【 0 5 0 0 】

以下、スパニングツリー作成動作について概説する。まず、ノード 3 3 0 0 ～ 3 3 0 7 において、ツリーマネージャ 1 0 8 を用いて、ノード 3 3 0 0 ～ 3 3 0 4 から構成される部分ネットワークにおけるスパニングツリーおよびノード 3 3 0 4 ～ 3 3 0 7 から構成される部分ネットワークにおけるスパニングツリーを、それぞれ作成する。

【 0 5 0 1 】

これらのスパニングツリーの状態が安定した後に、ノード 3 3 0 0 ～ 3 3 0 7 のツリーマネージャ 1 0 4 と他のノードのツリーマネージャとを用いて、広域ネットワーク 3 2 0 1、ローカルネットワーク 3 2 0 2、3 2 0 3 について、それぞれ、スパニングツリーを作成する。

【 0 5 0 2 】

上記説明では、スパニングツリーが一面である場合について説明したが、ノード 3 3 0 0 ～ 3 3 0 7 がツリーマネージャ 1 0 4 G、1 0 8 G を有するノードであれば、多面のスパニングツリーを作成することも可能である。ただし、この時は、他のノードが多面スパニングツリーに対応したノードである必要がある。多面スパニングツリーに対応させるための構成の一例としては、ノード内に、ツリーマネージャをスパニングツリーの面数と同数有する構成が考えられる。このよ

うな構成として、各スパニングツリーを、それぞれ対応するツリーマネージャが管理するようにすれば、多面スパニングツリーにも対応可能である。またこのとき、スパニングツリーを全ノード数と同数作成し、作成されたスパニングツリーの各々の形状を、各ノードをルートノードとする形状とすれば、図 3 1 記載のフレームを用いてのフレーム転送時において、最短経路での転送が実現できるという効果を奏する。

【 0 5 0 3 】

このように、スパニングツリーを段階的に作成することで、広域ネットワーク 3 2 0 1 とローカルネットワーク 3 2 0 2、3 2 0 3 とを接続した大規模ネットワークにおいても、スパニングツリーの構築時間の短縮が可能となる。

【 0 5 0 4 】

また、障害発生時におけるスパニングツリー再構築についても、第 1 ～ 5 の実施形態で説明した動作と同様の動作によって、障害が発生したネットワークについてのみ、障害回復動作、即ち、スパニングツリーの再構築を行うことで、大規模ネットワーク内の他のネットワークには影響を与えずに、障害回復を行うことができる。従って、高速な障害回復が可能となる。

【 0 5 0 5 】

次に、このように作成された大規模ネットワークにおいてスパニングツリーを用いて、フレームを転送する際の動作について説明する。

【 0 5 0 6 】

基本的な考え方は第 5 の実施の形態と同様である。図 3 1 記載のフレームを用いて、宛先端末が収容されているノードをルートとする形状のスパニングツリーを用いてフレームを転送する場合の例について説明する。

【 0 5 0 7 】

フレームの送信元端末が収容されているノードにおいて、拡張タグ格納領域 2 3 0 1 に、送信先端末が収容されているノードのノード I D を挿入し、対応テーブルを参照し、当該ノード I D と対応するポートにフレームを送出する。

【 0 5 0 8 】

中継ノードでは、拡張タグ格納領域 2 3 0 1 に書かれているノード I D に基づ

いてフレームを転送する。送信先端末が収容されているノードでは、フレームの送信先MACアドレス2201の領域に書かれているMACアドレスを有する端末にフレームを転送する。各ノードがこのように動作することで、フレーム転送を実現できる。

【0509】

なお、図31のフレームの拡張タグ格納領域2301のサイズについては特に限定されないが、図31記載のフレームを用いてフレーム転送を行うときに、ネットワーク内に、従来のイーサネット(R)のフレームのみを扱えるノードが混載する場合にも転送可能とするためには、この拡張タグ格納領域2301のサイズをVLANタグ領域2203のサイズと同じ（4バイト）とすることが望ましい。

【0510】

一方、この拡張タグ格納領域2301のサイズを4バイトとした場合には、ネットワークが大規模化しノード数が増大したときに、対応できなくなる可能性もある。

【0511】

このような場合の対応としては、ネットワークをドメイン毎に論理的に分離して、ノードIDに加えて、ドメインIDをも用いることで、フレーム転送が可能となる。即ち、図34、図35に示したように、フレームのノードIDを挿入する拡張タグ情報領域2602-2の前に、ドメインIDを挿入する拡張タグ情報領域2602-1を追加した構成のフレームを用いることで、大規模ネットワークにおいても、フレーム転送が実現できる。

【0512】

ここで、図35は、図34の拡張タグ格納領域2301に格納されるフォーディングタグ2500-1、2500-2の構成例を示したものであるが、この中で、アドレスタイプ領域2901-1、2901-2には、アドレス領域2902-1、2902-2に書かれているアドレスが、ノードIDであるのか又はドメインIDであるのかのタイプが記載される領域である。各ノードではこのアドレスタイプを参照することにより、アドレス領域2902-1、2902-2

に書かれているアドレスが、何のアドレスであるかを知ることができるので、適切な対応テーブルを参照でき、フレームの送出先ポートを決定することができる。

【 0 5 1 3 】

一例として、図 3 3 のノード 3 2 0 3 4 に収容されている端末から、ノード 3 2 0 2 1 に収容されている端末に対して、フレームを送信する場合について説明する。

【 0 5 1 4 】

送信元端末からのフレームを受信したノード 3 2 0 3 4 は、フレームの拡張タグ格納領域 2 3 0 1 に、送信先端末が収容されているノード 3 2 0 2 1 のノード ID および、このノードが属している論理ネットワーク 3 2 0 2 のドメイン ID を挿入し、ノード内の対応テーブルを参照し、ノード 3 3 0 3 2 に対してフレームを送出する。

【 0 5 1 5 】

ノード 3 3 0 3 2 では、拡張タグ格納領域 2 3 0 1 に書かれているドメイン ID のみを参照し、フレームをノード 3 3 0 7 に送出する。広域ネットワーク 3 2 0 1 内では、同様に、フレームの拡張タグ格納領域 2 3 0 1 に書かれているドメイン ID のみを参照し、フレームをノード 3 3 0 1 まで転送する。ノード 3 3 0 1 は、拡張タグ格納領域 2 3 0 1 に書かれたドメイン ID が、隣接していることがわかるので、このフレームからドメイン ID が書かれている拡張タグ格納領域 2 3 0 1 を削除し、ノード 3 3 0 3 に転送する。ノード 3 3 0 3 は、拡張タグ格納領域 2 3 0 1 のノード ID 情報と、対応テーブルを参照することにより、ノード 3 2 0 2 1 に対してフレームを送出する。ノード 3 2 0 2 1 は、受信したフレームの拡張タグ格納領域 2 3 0 1 に書かれているノード ID が自ノードであることを知るので、フレームから拡張タグ格納領域 2 3 0 1 を削除し、端末宛にフレームを転送する。このようにすることで、本発明を用いて作成したスパニングツリーを用いてフレーム転送を行うことが可能となる。

【 0 5 1 6 】

また、フレーム転送時にノードが参照している対応テーブルは、送信先のノード

ド I D またはドメイン I D と送出先のポートとの対応関係が記載されているもので、この対応テーブルは、ネットワークを管理するサーバ等からの情報に基づいて作成可能である。

【 0 5 1 7 】

以上好ましい実施の形態及び実施例を挙げて本発明を説明したが、本発明は必ずしも上記実施の形態及び実施例に限定されるものではなく、その技術的思想の範囲内において、様々に変形して実施することができる。

【 0 5 1 8 】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、以下のような効果が達成される。

【 0 5 1 9 】

第 1 に、スパニングツリーをドメイン（複数のネットワーク毎）毎に分割することにより、スパニングツリーの構築時間を大幅に短縮することが可能となる。

【 0 5 2 0 】

従って、ネットワークの規模が拡大しても、スパニングツリーの構築に要する時間を極力短くすることができる。

【 0 5 2 1 】

また、スパニングツリーを多面に作成する場合においても、スパニングツリーの構築時間を短縮することが可能となる。

【 0 5 2 2 】

第 2 に、従来、障害によりスパニングツリーの構成を変更する場合は、ネットワークの一部を局所的に停止させながら、徐々に構成を変更して、ネットワーク全体を再構成するため、障害箇所から離れた場所においても、一時的にネットワークが停止していたが、本発明では、スパニングツリーをドメイン毎に分割することにより、障害発生時の影響が及ぶ範囲を最小限に限定することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の第 1 の実施の形態における、ネットワーク構成を示すブロック図である。

【図 2】 本発明の第 1 の実施の形態における、ノード 1 1 の構成を示すブロック図である。

【図 3】 本発明の第 1 の実施の形態における、テーブル 1 0 3 の構成例を示す表である。

【図 4】 本発明の第 1 の実施の形態における、ツリーマネージャ 1 0 4 の構成を示すブロック図である。

【図 5】 本発明の第 1 の実施の形態における、テーブル 1 0 7 の構成例を示す表である。

【図 6】 本発明の第 1 の実施の形態における、ツリーマネージャ 1 0 8 の構成を示すブロック図である。

【図 7】 本発明の第 1 の実施の形態における、障害検出器 1 0 9 の構成を示すブロック図である。

【図 8】 本発明の第 1 の実施の形態における、スパニングツリー構成例を示すブロック図である。

【図 9】 本発明の第 1 の実施の形態における、単一障害時のスパニングツリー構成例を示すブロック図である。

【図 1 0】 本発明の第 1 の実施の形態における、第 4 の実施例のネットワーク及びスパニングツリーの構成例を示すブロック図である。

【図 1 1】 本発明の第 1 の実施の形態における、第 5 の実施例のネットワーク及びスパニングツリーの構成例を示すブロック図である。

【図 1 2】 本発明の第 1 の実施の形態における、第 5 の実施例のノード 1 2 の構成を示すブロック図である。

【図 1 3】 本発明の第 2 の実施の形態における、ノード 1 1 の構成を示すブロック図である。

【図 1 4】 本発明の第 2 の実施の形態における、障害検出器 1 0 9 A の構成を示すブロック図である。

【図 1 5】 本発明の第 2 の実施の形態における、2 重障害時のスパニングツリー構成例を示すブロック図である。

【図 1 6】 本発明の第 3 の実施の形態における、ネットワーク及びスパニ

ングツリーの構成例を示すブロック図である。

【図 1 7】 本発明の第 3 の実施の形態における、ノード 1 1 R の構成を示すブロック図である。

【図 1 8】 本発明の第 3 の実施の形態における、テーブル 1 0 7 R の構成例を示す表である。

【図 1 9】 本発明の第 3 の実施の形態における、T T L マネージャ 1 0 8 R の基本構成を示すブロック図である。

【図 2 0】 本発明の第 3 の実施の形態における、T T L マネージャ 1 0 8 R の別の構成を示すブロック図である。

【図 2 1】 本発明の第 4 の実施の形態における、ネットワーク及びスパニングツリーの構成例を示すブロック図である。

【図 2 2】 本発明の第 4 の実施の形態における、ノード 5 1 の構成を示すブロック図である。

【図 2 3】 本発明の第 4 の実施の形態における、B P D U 識別器 1 0 0 の構成を示すブロック図である。

【図 2 4】 本発明の第 5 の実施の形態における、ネットワーク及びスパニングツリーの構成例を示すブロック図である。

【図 2 5】 本発明の第 5 の実施の形態における、ノード 1 1 G の構成を示すブロック図である。

【図 2 6】 本発明の第 5 の実施の形態における、テーブル 1 0 3 G の構成例を示す表である。

【図 2 7】 本発明の第 5 の実施の形態における、ノード 2 1 G の構成を示すブロック図である。

【図 2 8】 本発明の第 5 の実施の形態における、テーブル 2 0 3 の構成例を示す表である。

【図 2 9】 本発明の従来技術による、スパニングツリー構成例を示すブロック図である。

【図 3 0】 本発明の第 1 の実施の形態における、ネットワーク毎のネットワーク構成およびスパニングツリー構成例を示すブロック図である。

【図 3 1】 本発明の拡張タグ付きイーサネット(R)フレームの構成例を示す図である。

【図 3 2】 本発明を適用して接続する 3 つのネットワークの例を示す図である。

【図 3 3】 図 3 2 に示した 3 つのネットワークを本発明を適用して接続した場合の例を示す図である。

【図 3 4】 本発明の階層化ネットワークにおけるフレームフォーマット例を示す図である。

【図 3 5】 本発明の階層化ネットワークにおけるフォーワーディングタグの構成例を示す図である。

【符号の説明】

- 1 ～ 3 : ネットワークドメイン
- 1 1 ～ 1 6 : MAC 転送コアノード
- 1 1 G ～ 1 4 G : タグ転送コアノード
- 1 1 R ～ 1 4 R : R P R 転送コアノード
- 2 1 ～ 2 3 : エッジノード
- 2 1 G ～ 2 2 G : タグ転送エッジノード
- 3 1 ～ 3 3 : エッジノード
- 3 1 G ～ 3 2 G : タグ転送エッジノード
- 5 1 ～ 5 2 : コアノード
- 1 0 0 : B P D U 識別器
- 1 0 0 U : 設定部
- 1 0 1 : 転送器
- 1 0 1 G : タグ転送器
- 1 0 2 : アドレス学習器
- 1 0 3 : テーブル
- 1 0 3 G : タグ転送テーブル
- 1 0 4 : ツリーマネージャ
- 1 0 4 A : ツリーマネージャ

1 0 4 X：ツリーマネージャ
1 0 4 Y：ツリーマネージャ
1 0 4 G：多面ツリーマネージャ
1 0 5：転送器
1 0 5 R：R P R フレーム転送器
1 0 5 G：タグ転送器
1 0 6：アドレス学習器
1 0 7：テーブル
1 0 7 G：タグ転送テーブル
1 0 7 R：R P R テーブル
1 0 8：ツリーマネージャ
1 0 8 R：多面ツリーマネージャ
1 0 8 R：T T L マネージャ
1 0 9：障害検出器
1 0 9 A：障害検出器
1 1 0 遮断器
1 1 1～1 1 5：ポート
1 1 6：仮想ポート
1 2 1～1 2 5：ポート
1 2 6～1 2 7：仮想ポート
1 3 1～1 3 5：ポート
1 4 1～1 4 5：ポート
1 5 1～1 5 5：ポート
1 6 1～1 6 5：ポート
2 0 1：タグ操作器
2 0 2：アドレス学習器
2 0 3：タグ管理テーブル
2 1 0：端末接続ポート（ダウンリンクポート）
2 1 1～2 1 3：ポート

2 2 0 : 端末接続ポート (ダウンリンクポート)
2 2 1 ~ 2 2 3 : ポート
3 1 0 : 端末接続ポート (ダウンリンクポート)
3 1 1 ~ 3 1 3 : ポート
3 2 0 : 端末接続ポート (ダウンリンクポート)
3 2 1 ~ 3 2 3 : ポート
5 1 1 ~ 5 1 3 : ポート
5 2 1 ~ 5 2 3 : ポート
1 0 0 1 : 分類器
1 0 0 2 : 識別子挿入器
1 0 0 3 : 識別子削除器
1 0 0 4 : 識別子挿入器
1 0 0 5 : 識別子削除器
1 0 3 1 : 宛先 M A C アドレスフィールド
1 0 3 1 G : 宛先識別タグフィールド
1 0 3 2 : 出力ポートフィールド
1 0 3 2 G : 出力ポートフィールド
1 0 4 1 : ツリーコントローラ
1 0 4 2 ~ 1 0 4 3 : B P D U 送受信器
1 0 4 4 : ユニキャスト B P D U 送受信器
1 0 4 5 ~ 1 0 4 7 : ポート遮断器
1 0 7 1 : 宛先 M A C アドレスフィールド
1 0 7 1 R : 宛先 R P R ノードアドレスフィールド
1 0 7 2 : 出力ポートフィールド
1 0 7 2 R : リング I D フィールド
1 0 8 1 R ~ 1 0 8 2 R : T T L チェッカ
1 0 8 3 R ~ 1 0 8 4 R : T T L コントローラ
1 0 9 1 ~ 1 0 9 2 : 信号分離器
1 0 9 3 ~ 1 0 9 4 : 障害検出信号送受信器

1 0 9 3 A ~ 1 0 9 4 A : 障害検出信号送受信器

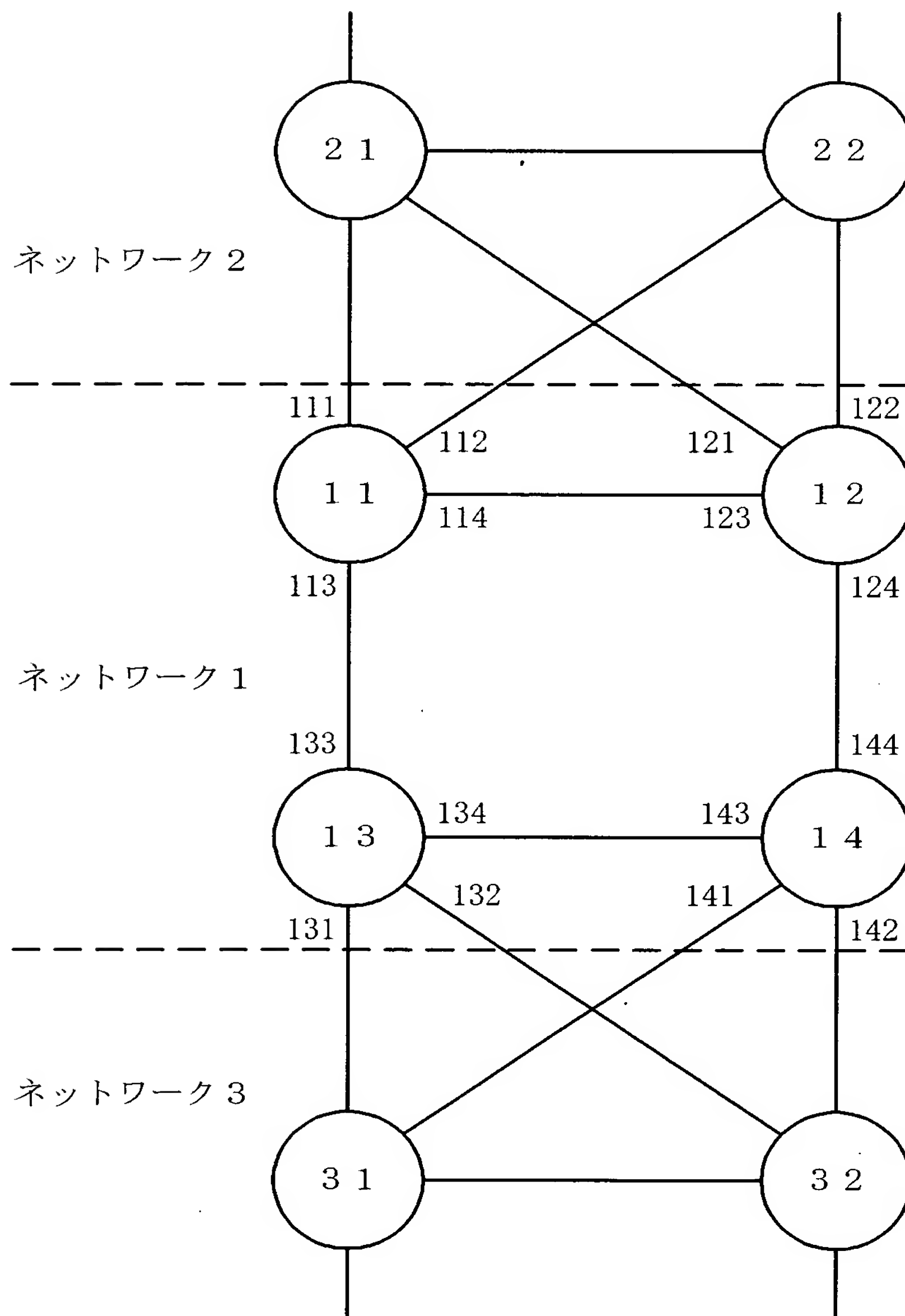
2 0 3 1 : 宛先 M A C アドレスフィールド

2 0 3 2 : 挿入タグフィールド

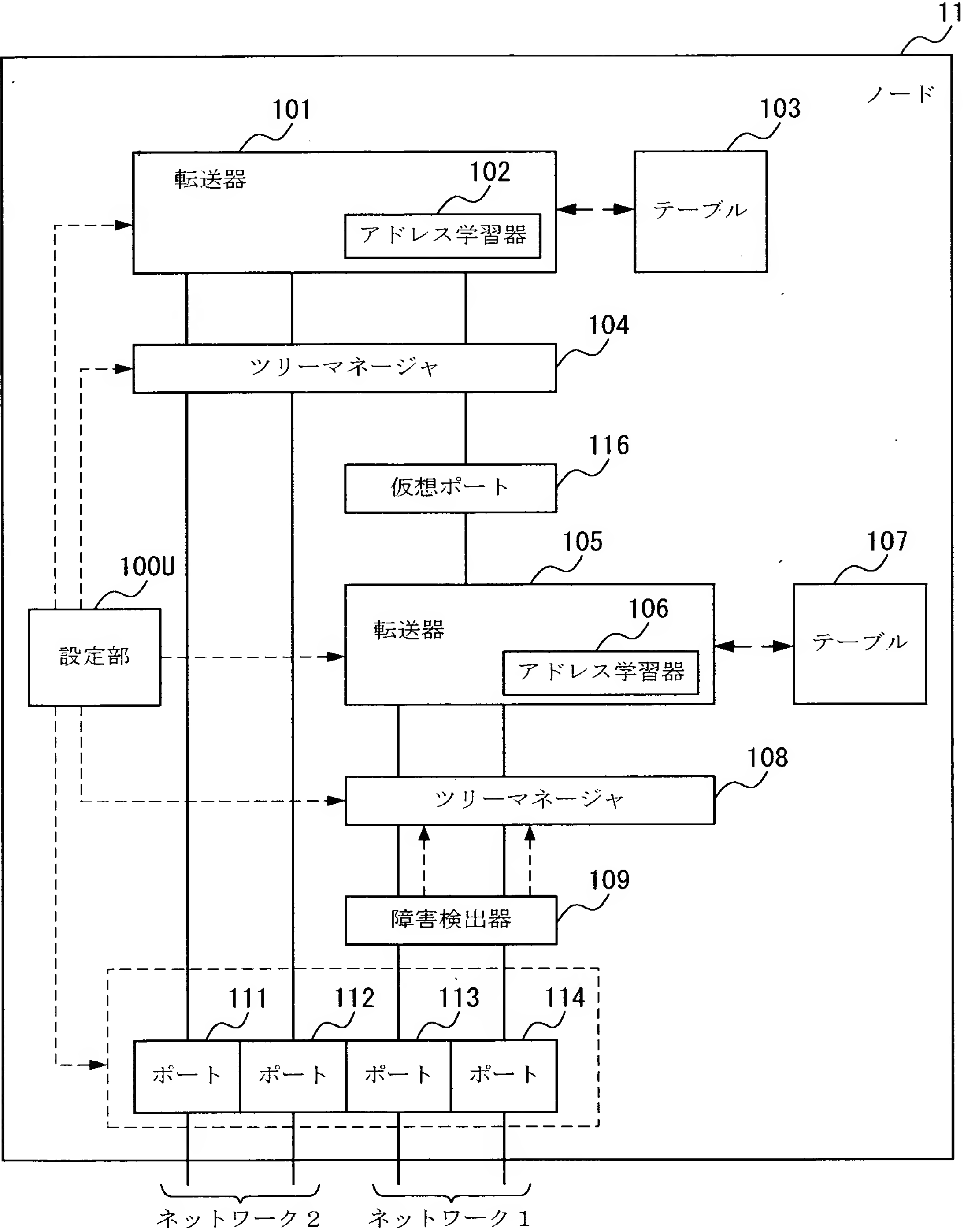
2 3 0 1 : 拡張タグ格納領域

【書類名】 図面

【図 1】



【図 2】

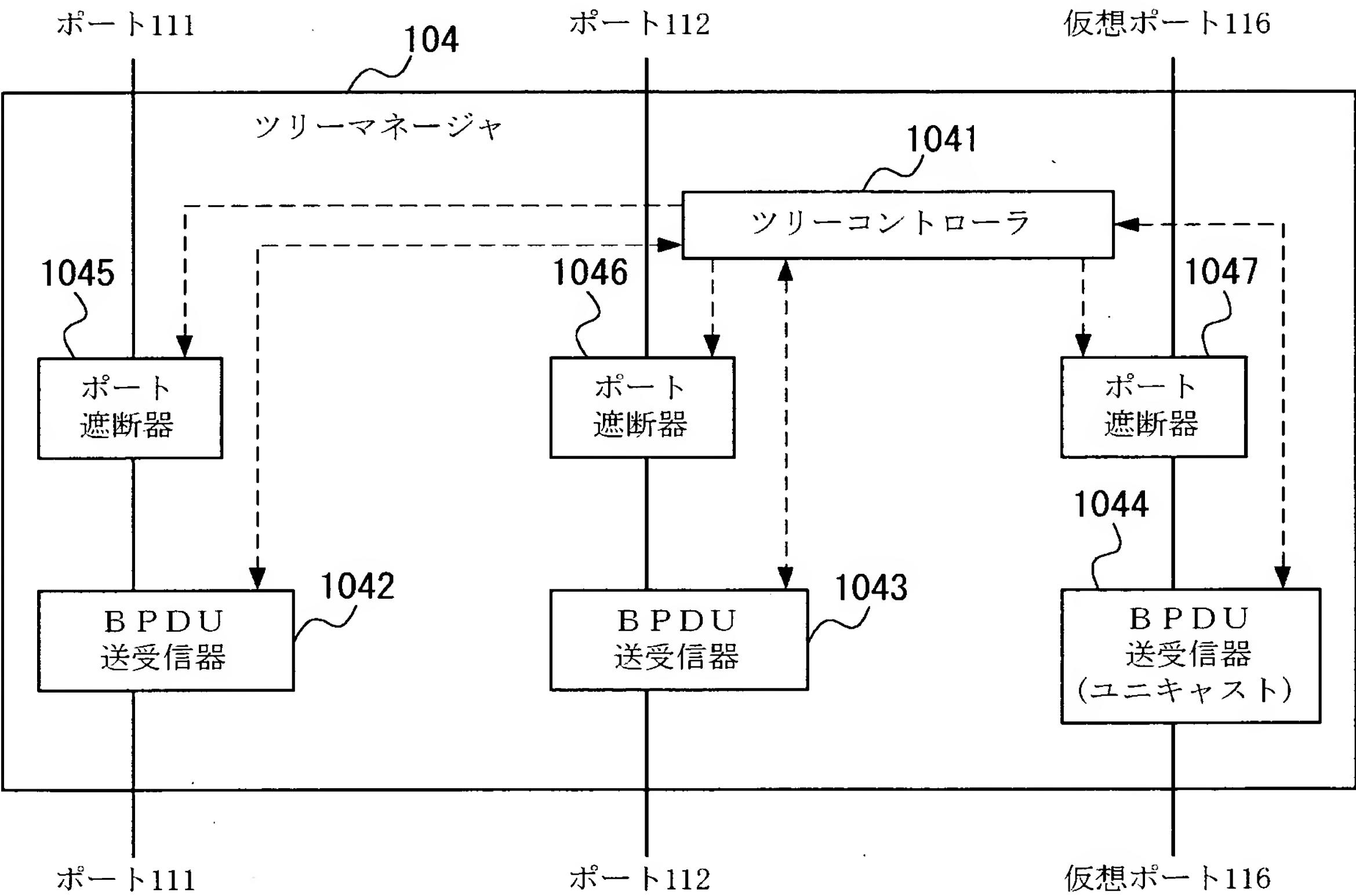


【図 3】

テーブル103

宛先MAC	出力ポート
1A 12 26 4F 5G 08	111
30 34 7D 5B E8 FF	116
58 DC FE 32 11 9A	116
BB 7C 67 28 09 12	112

【図 4】

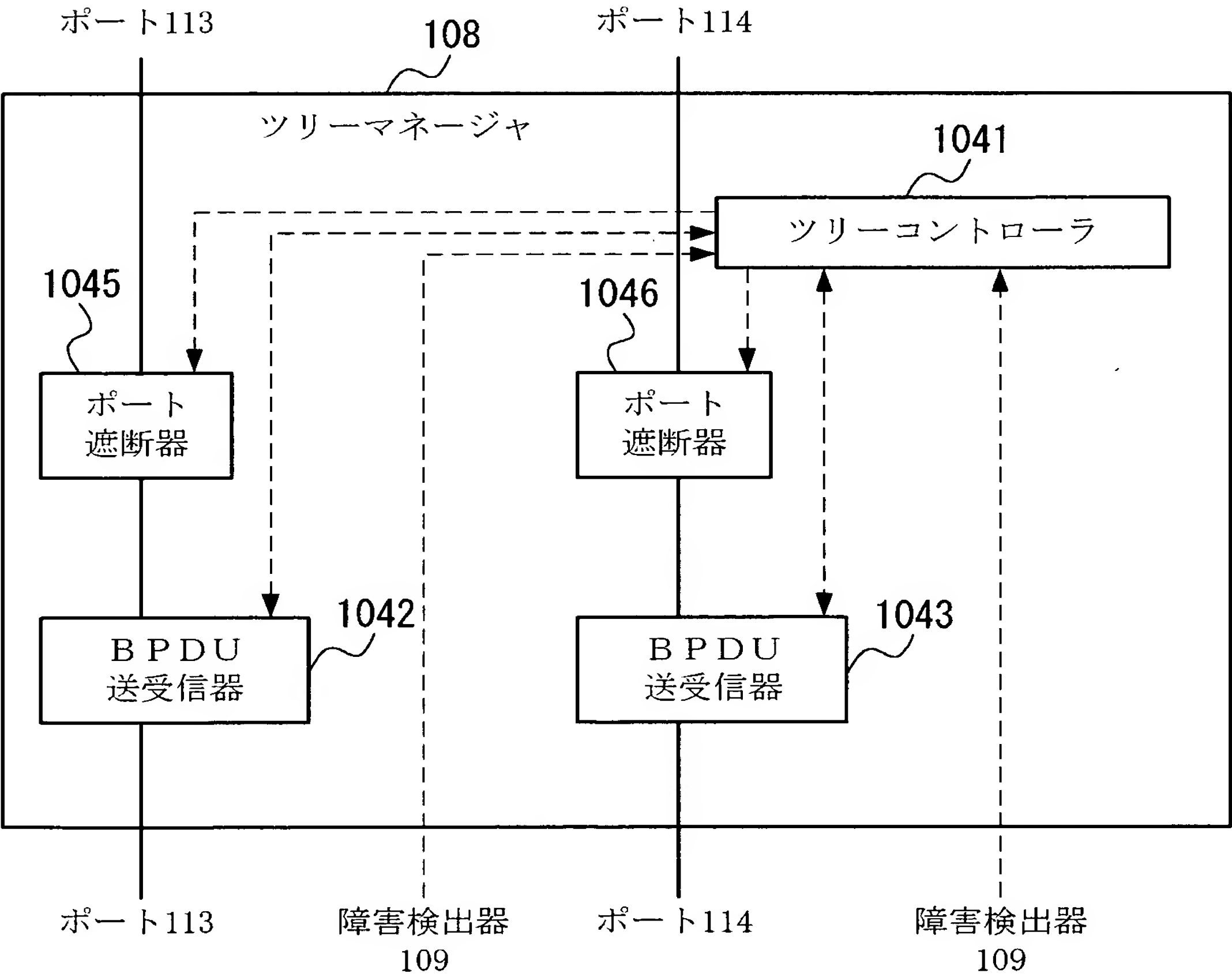


【図 5】

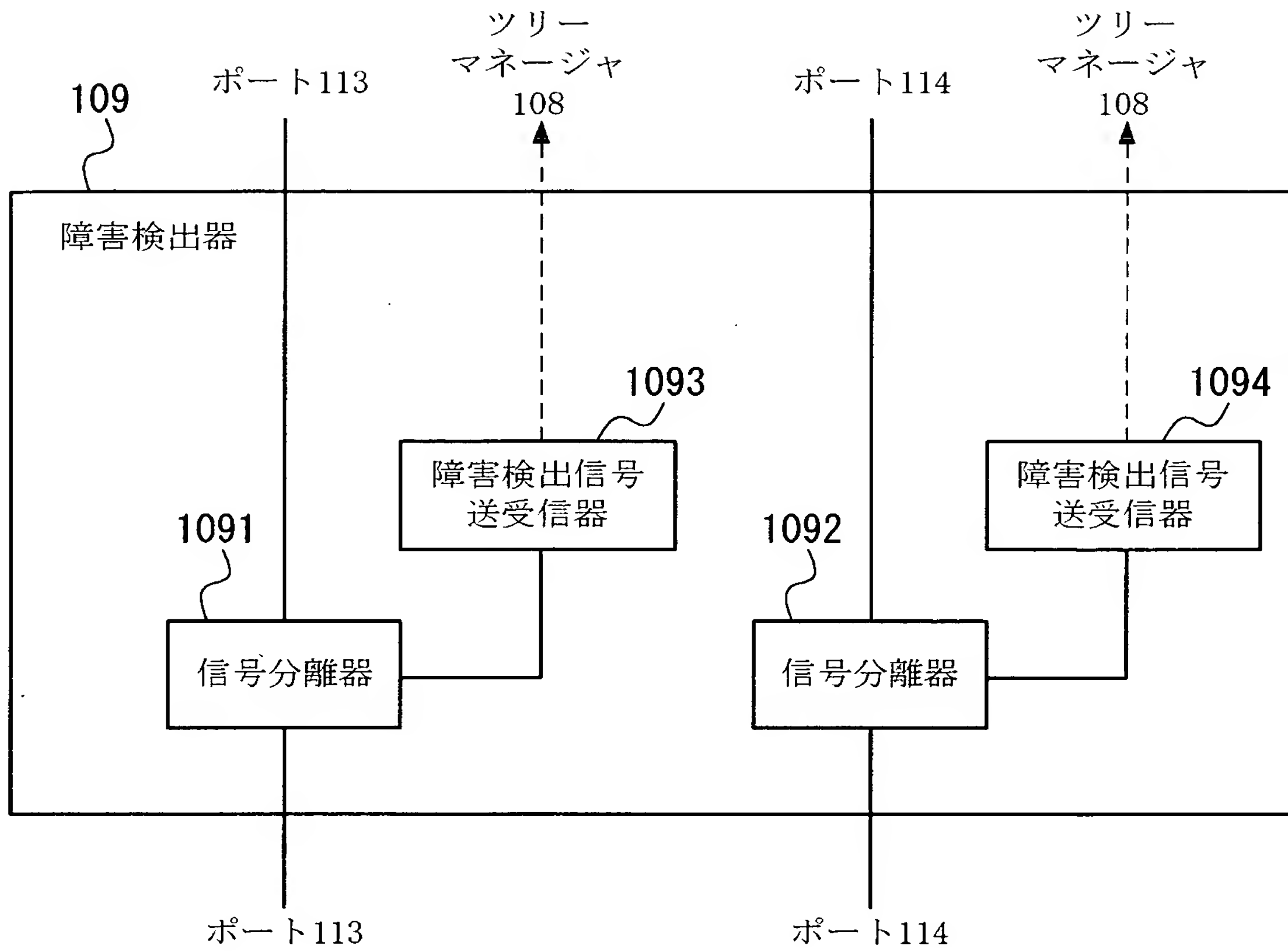
テーブル107

宛先MAC	出力ポート
1A 12 26 4F 5G 08	111
30 34 7D 5B E8 FF	113
58 DC FE 32 11 9A	114
BB 7C 67 28 09 12	116

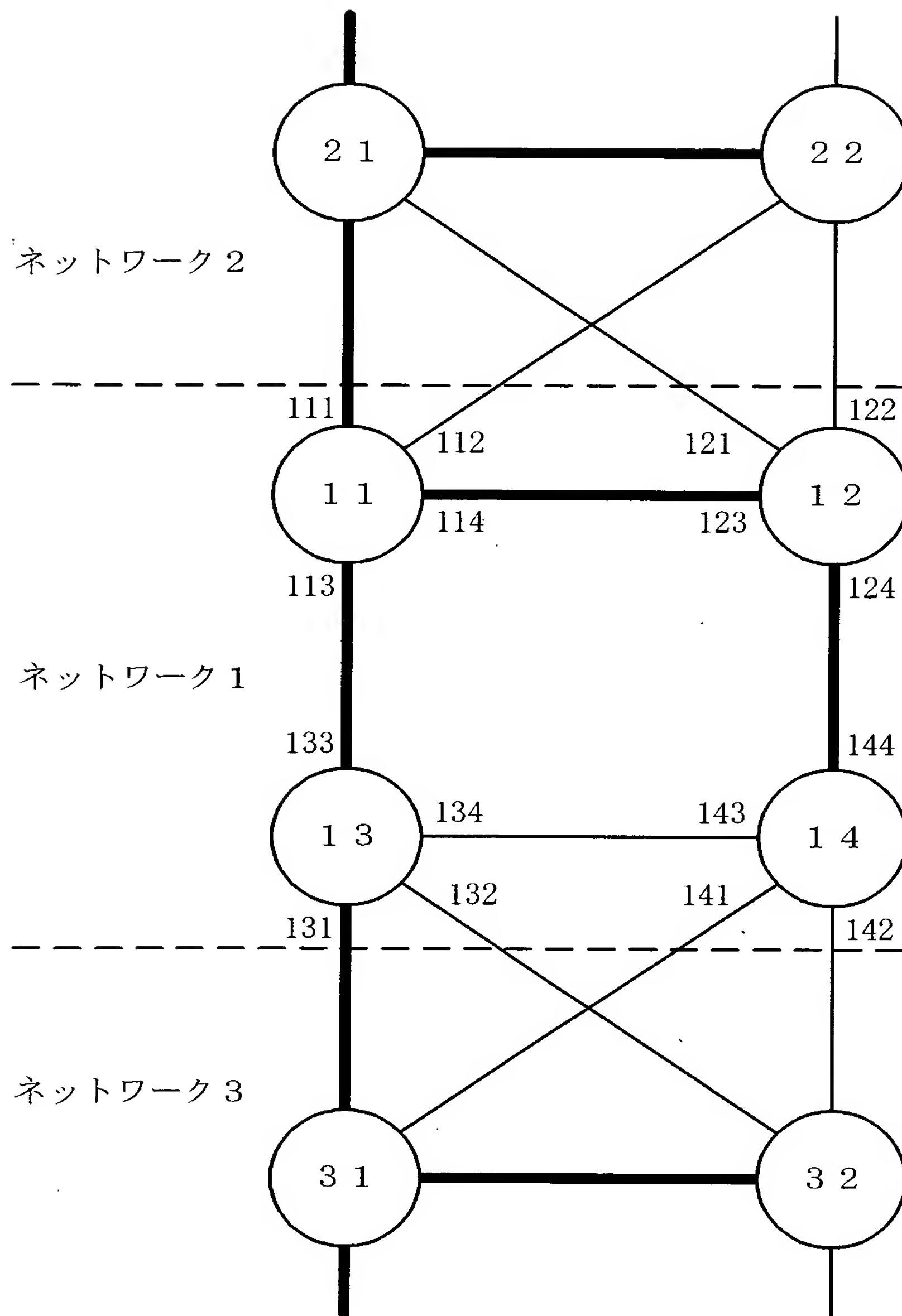
【図 6】



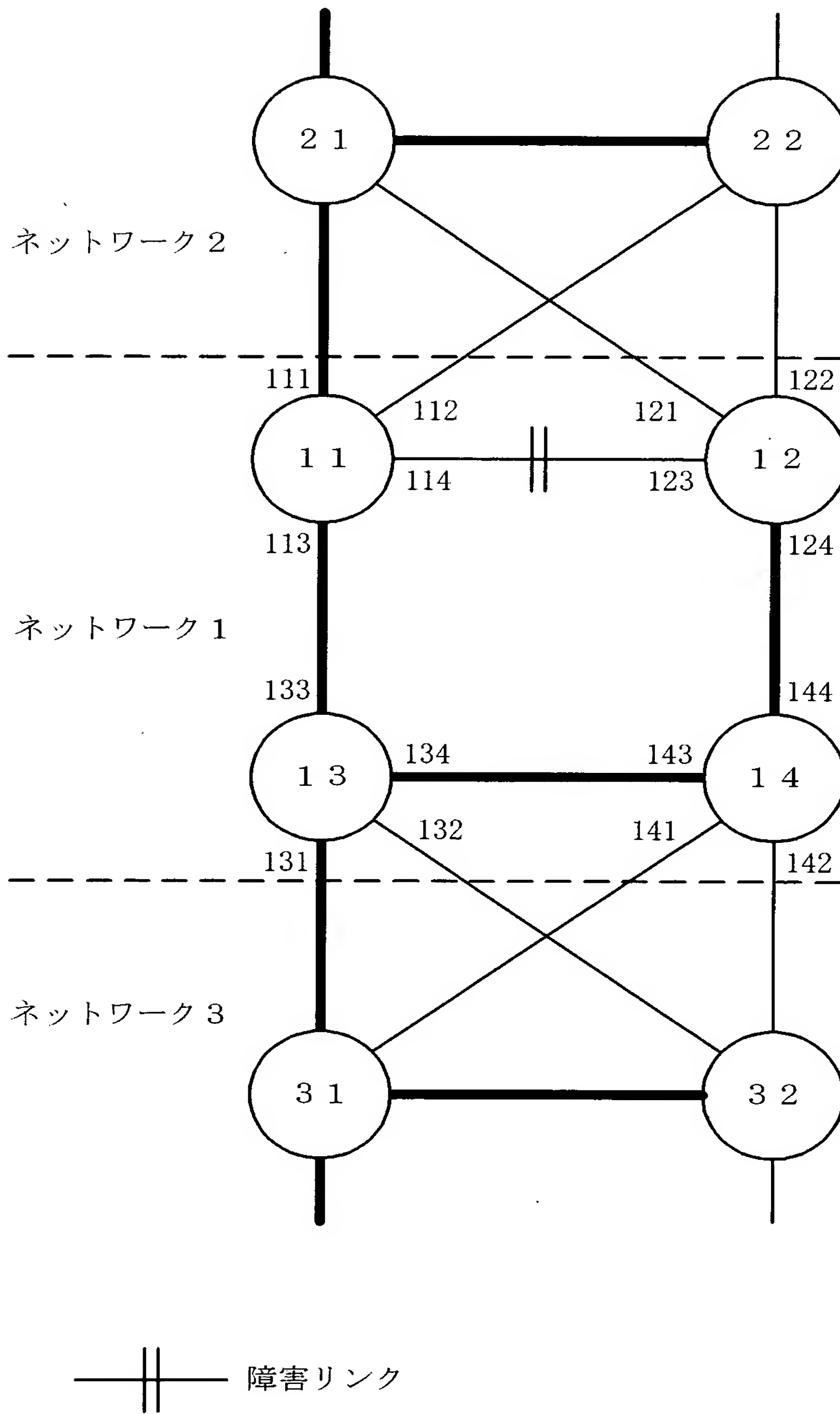
【図 7】



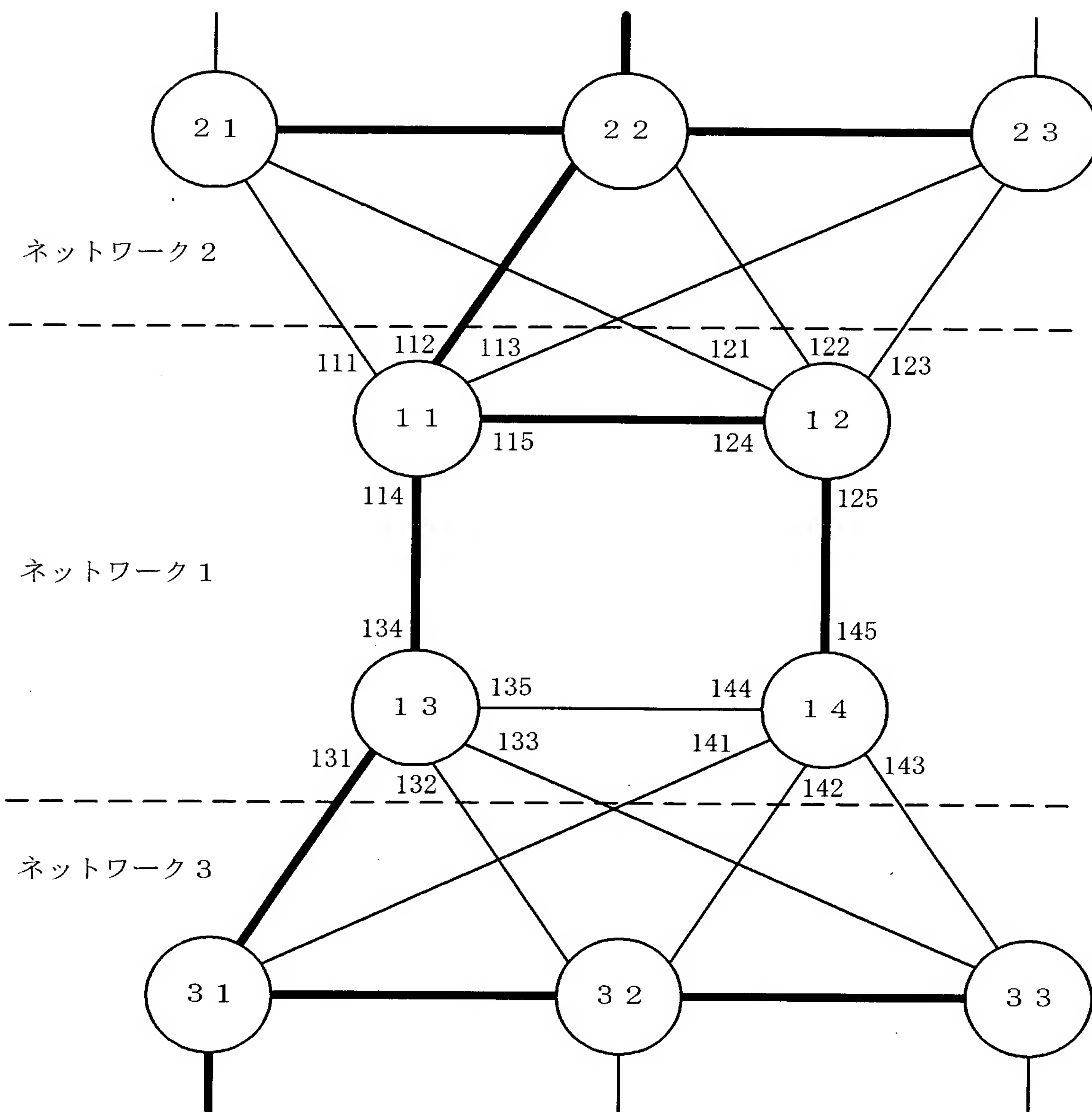
【図 8】



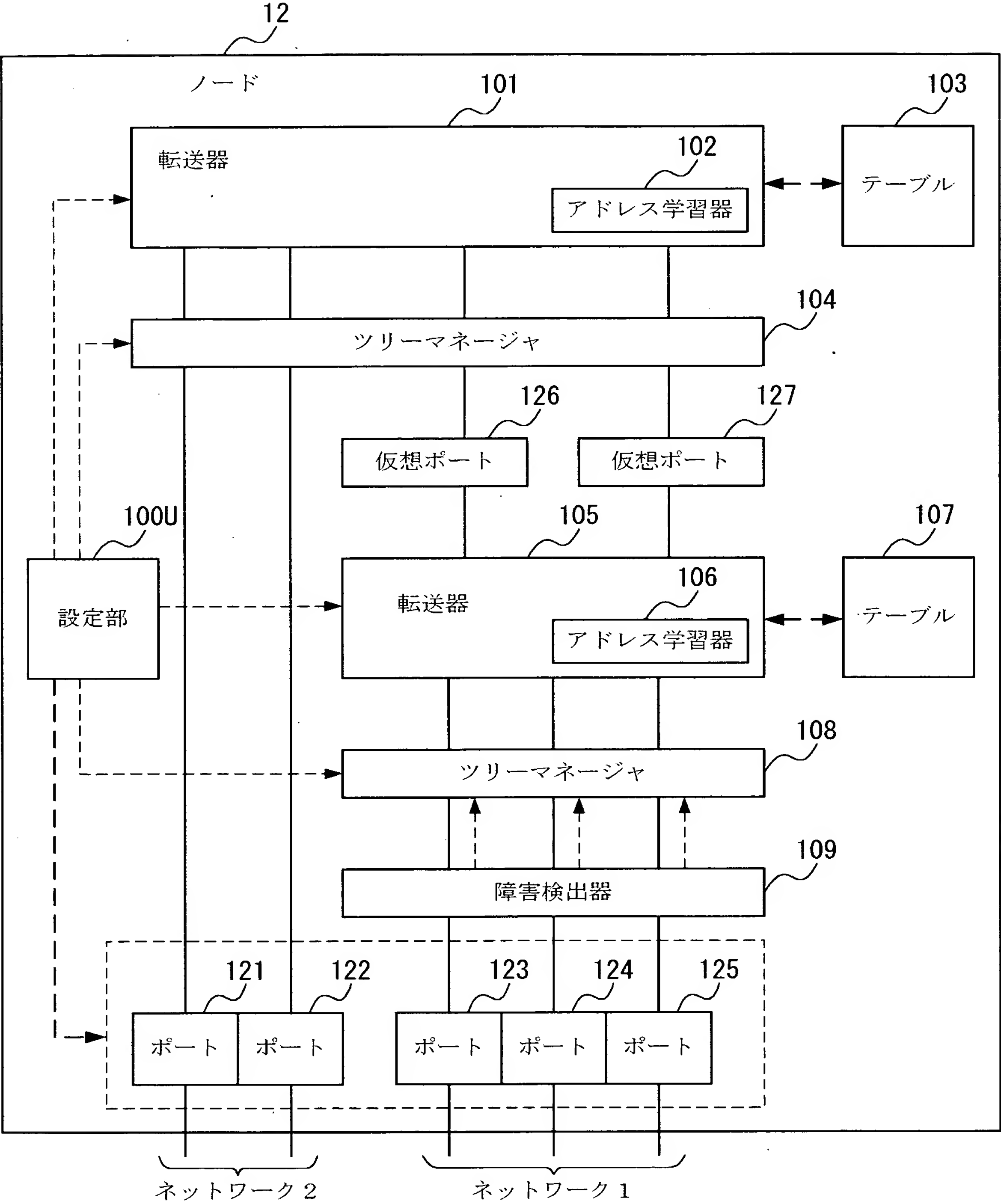
【図 9】



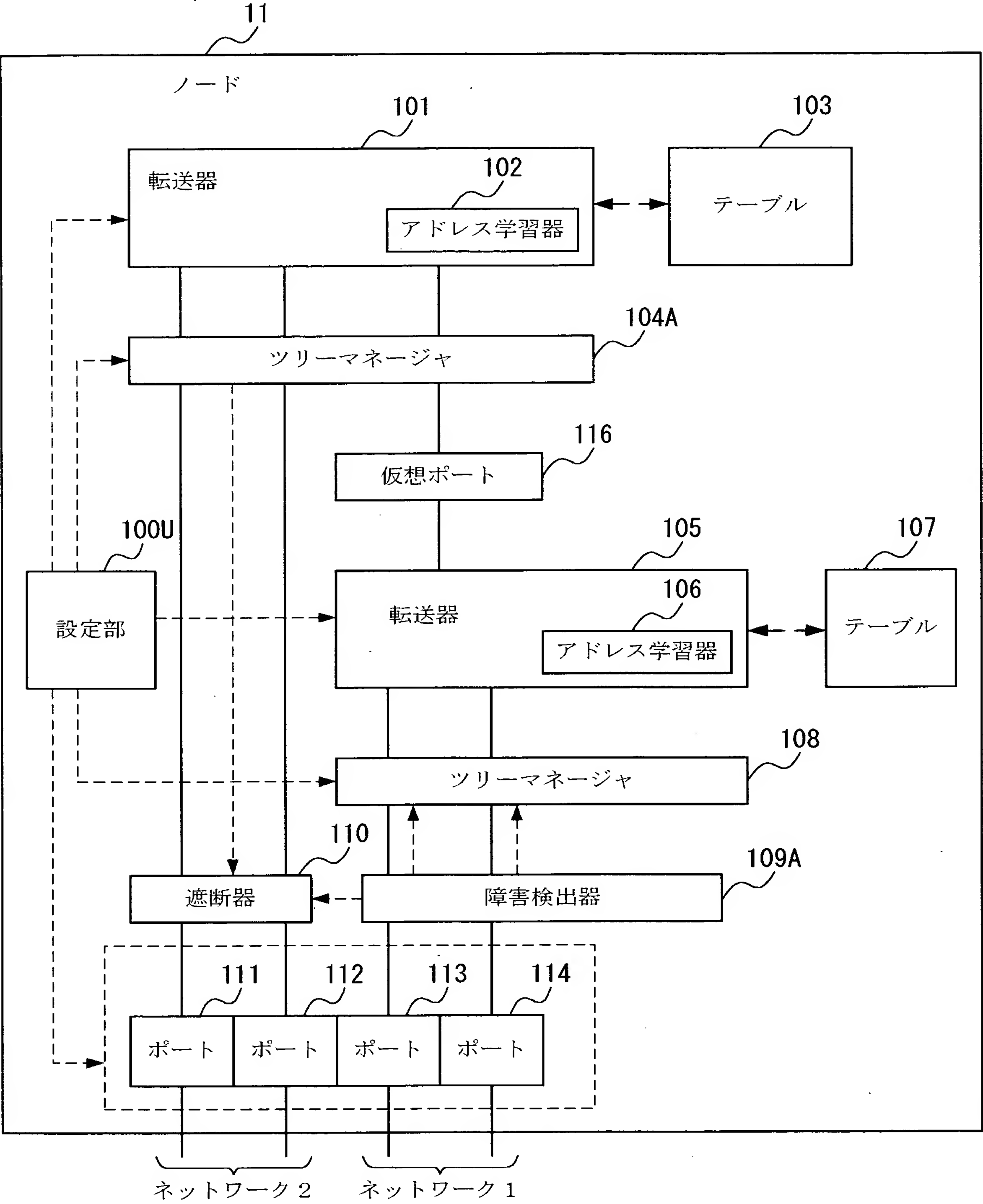
【図 1 0】



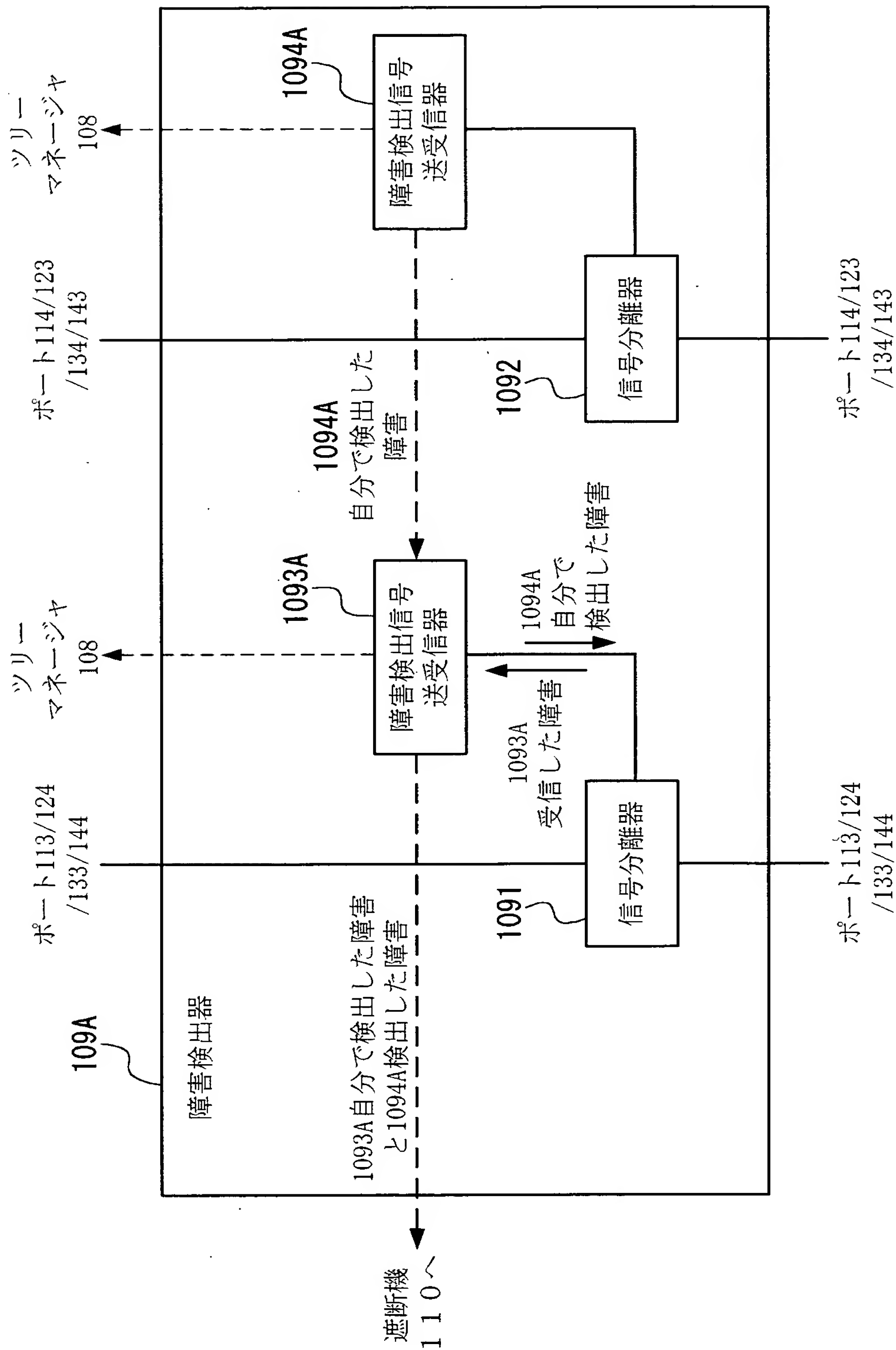
【図 1 2】



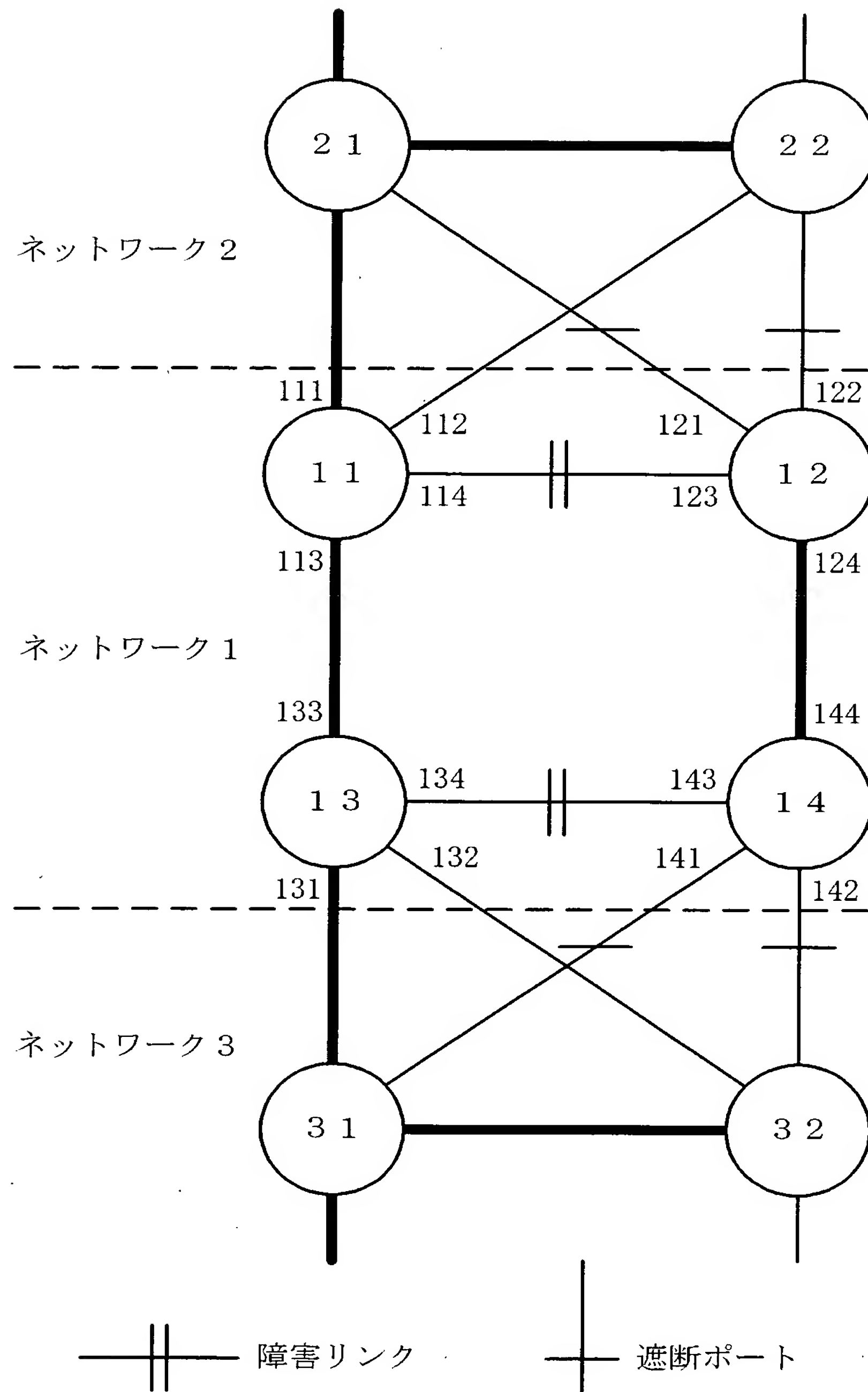
【図 13】



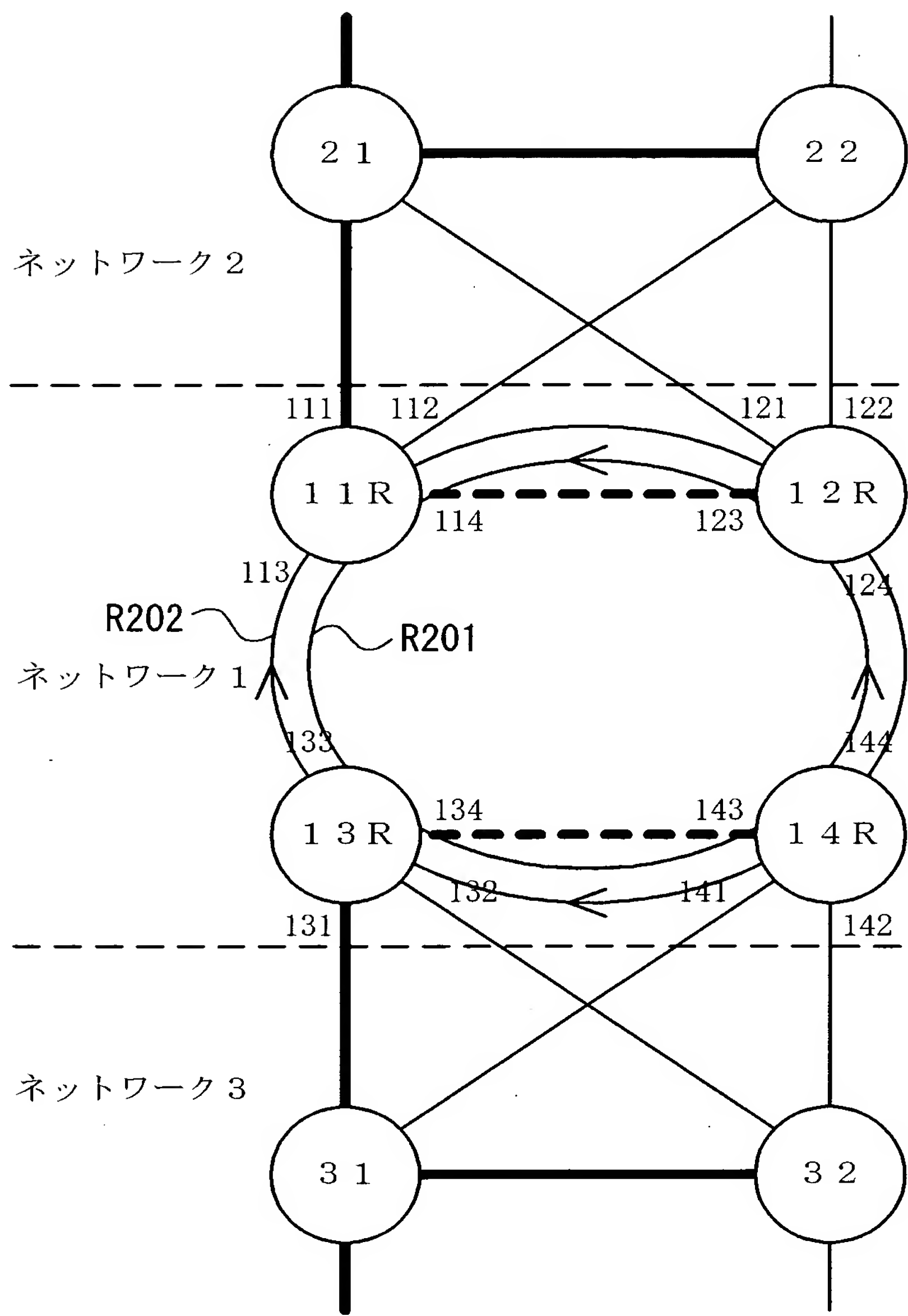
【図 14】



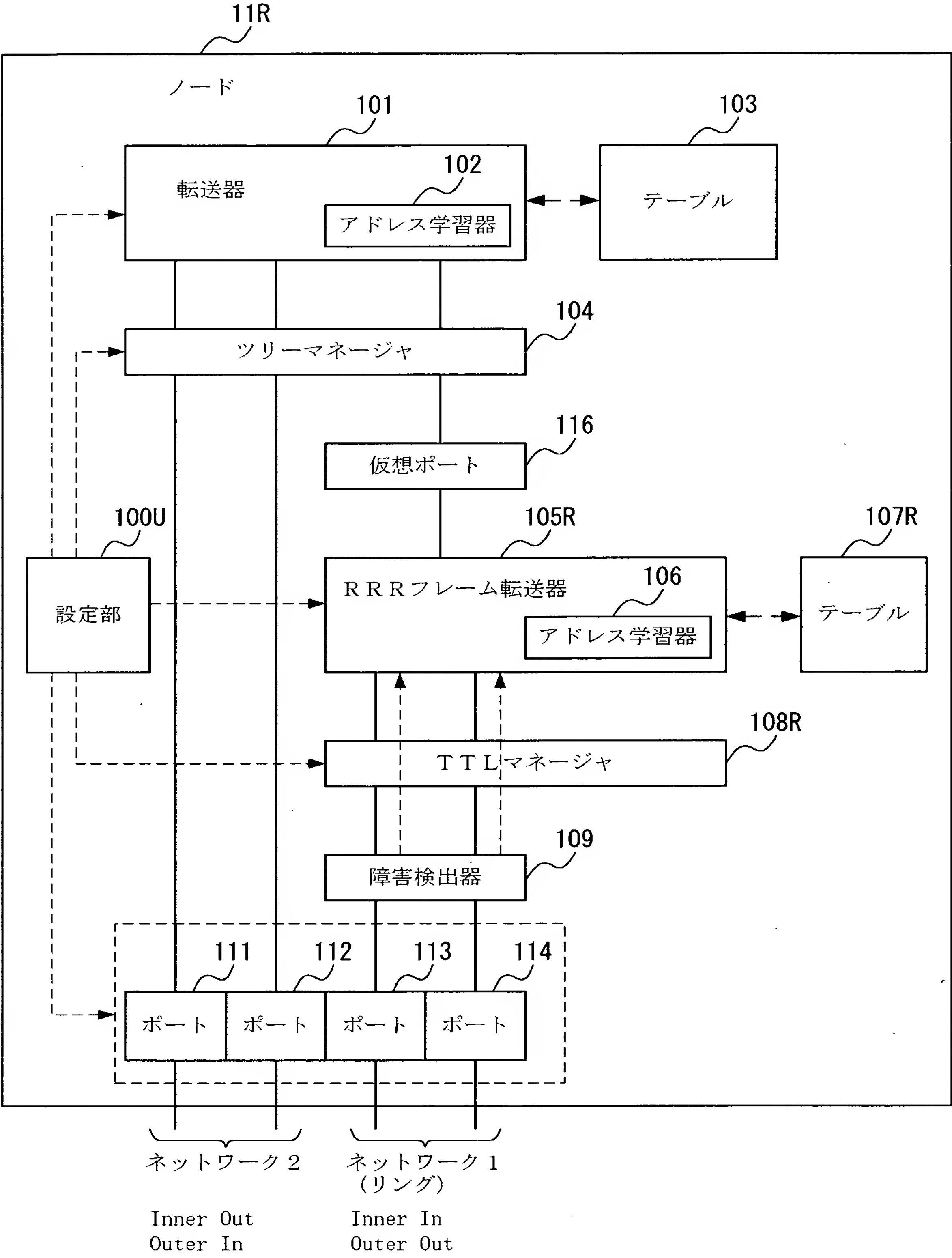
【図 1 5】



【図 1 6】



【図 17】

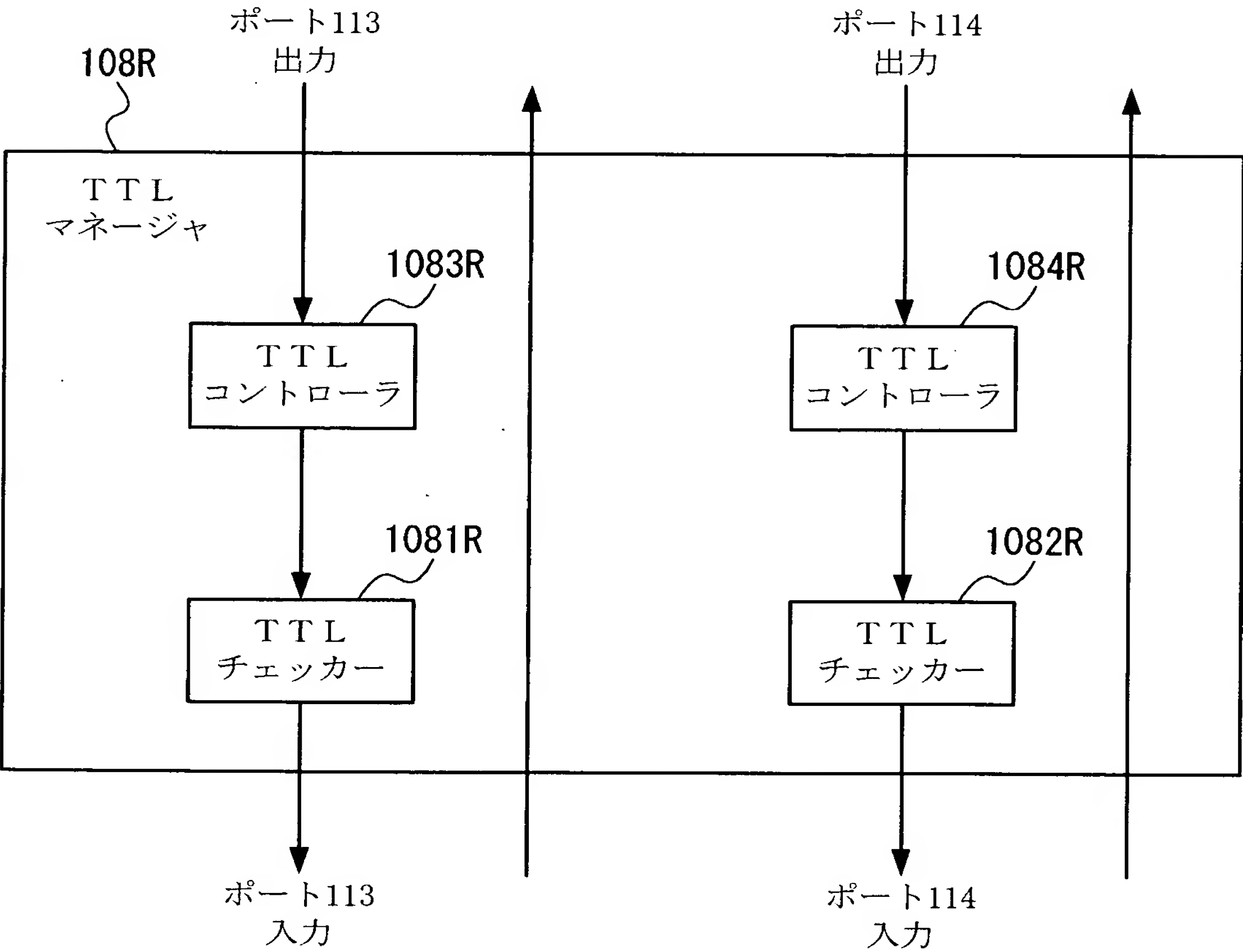


【図 1 8】

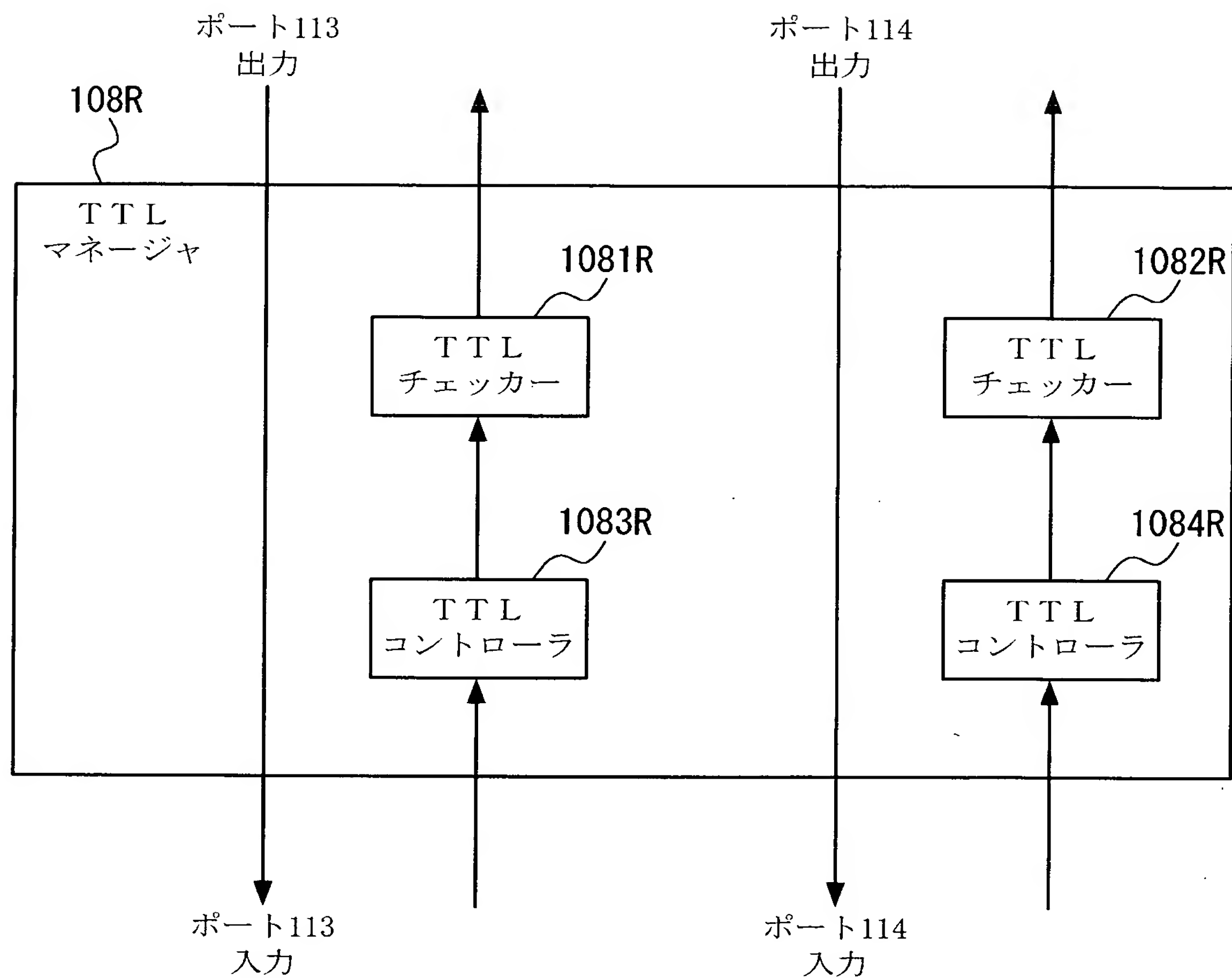
テーブル107R

宛先MAC	宛先R P R ノード	リングID	出力ポート	
01 80 C2 00 00 00	1 2 R	O u t e r	1 1 4	あらかじめ設定
30 34 7D 5B E8 FF	1 3 R	I n n e r	1 1 3	例
58 DC FE 32 11 9A	1 2 R	O u t e r	1 1 4	例
BB 7C 67 28 09 12	1 1 R	削除	1 1 6	例

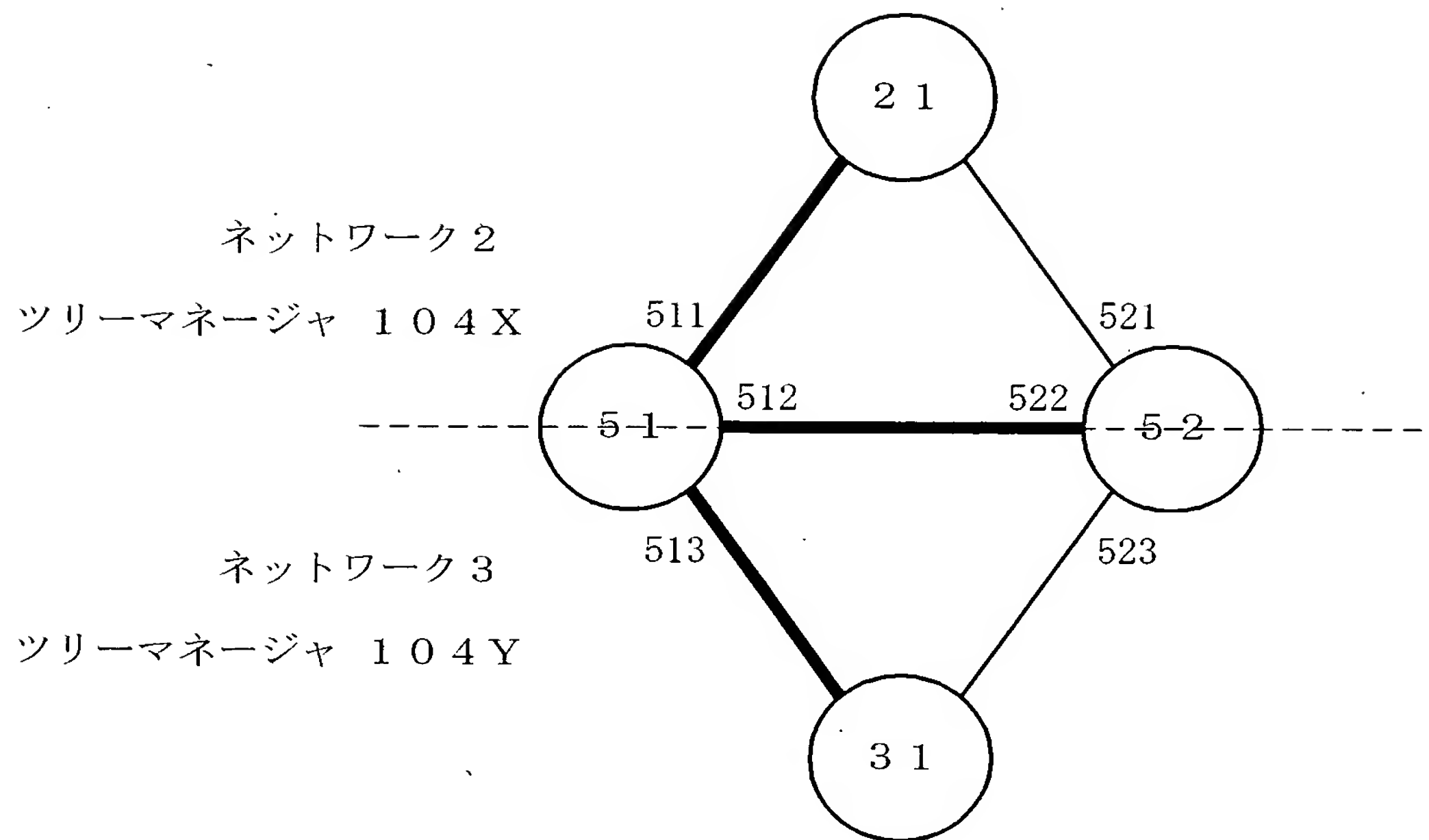
【図 1 9】



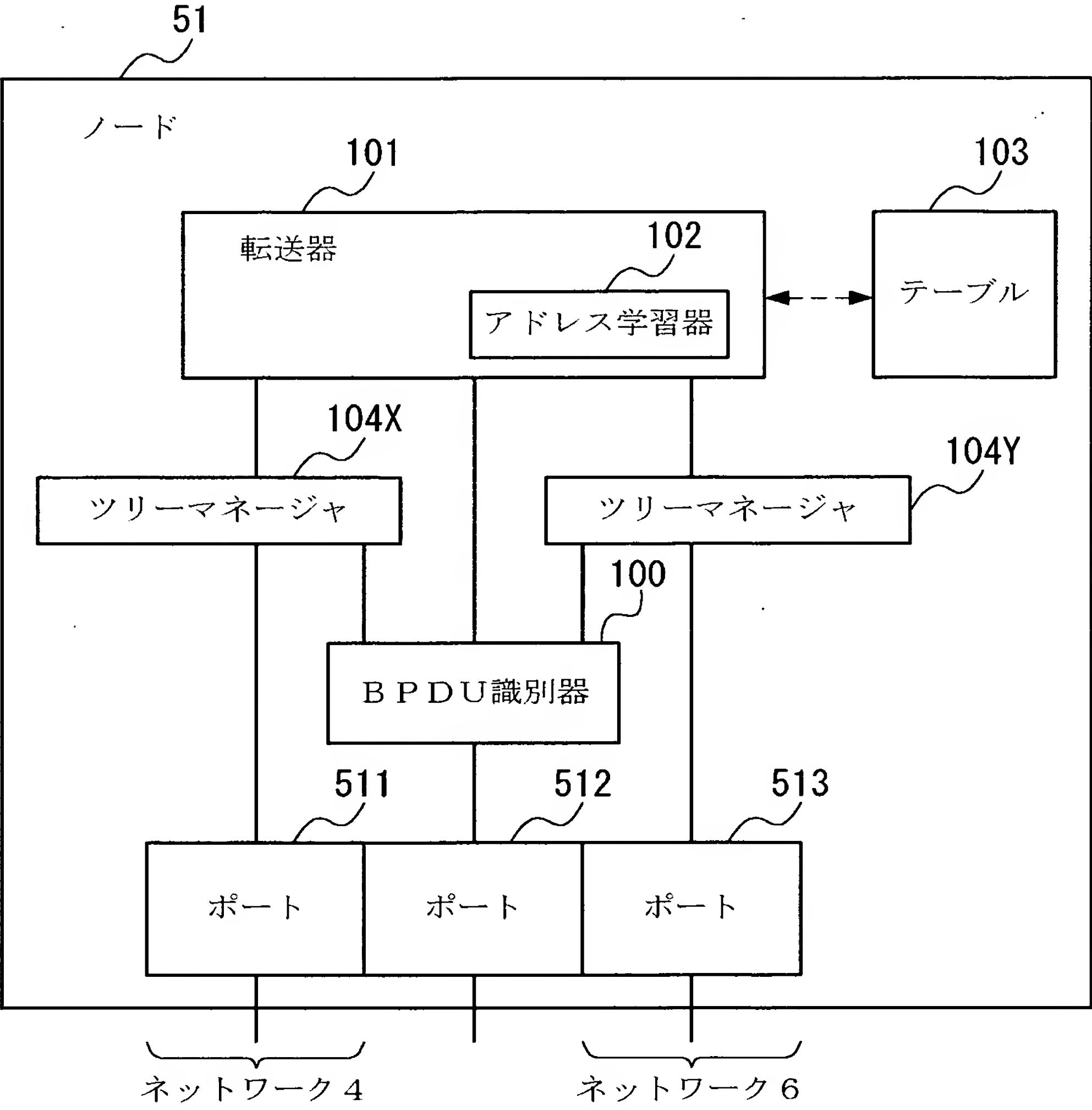
【図 2 0】



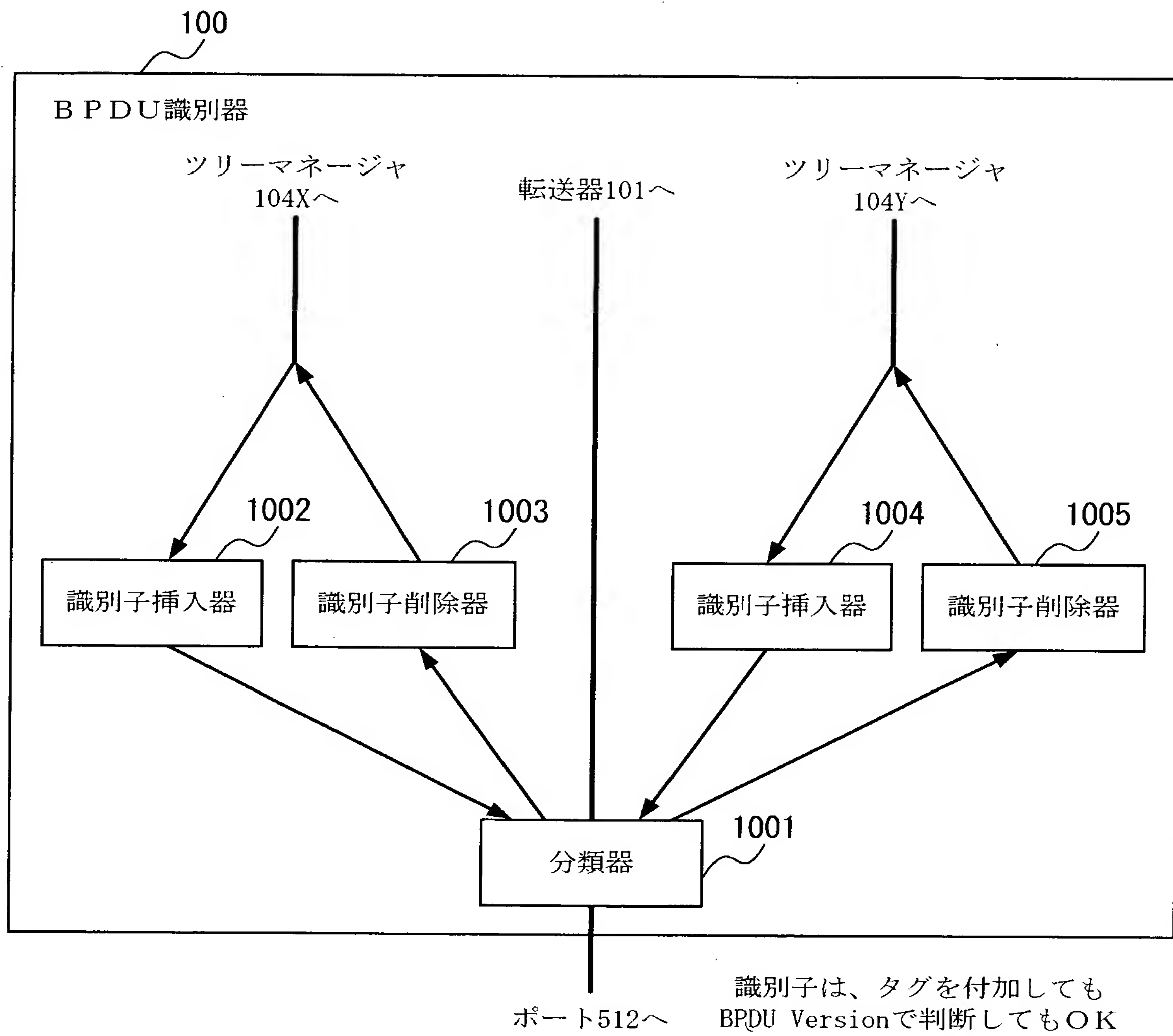
【図 2 1】



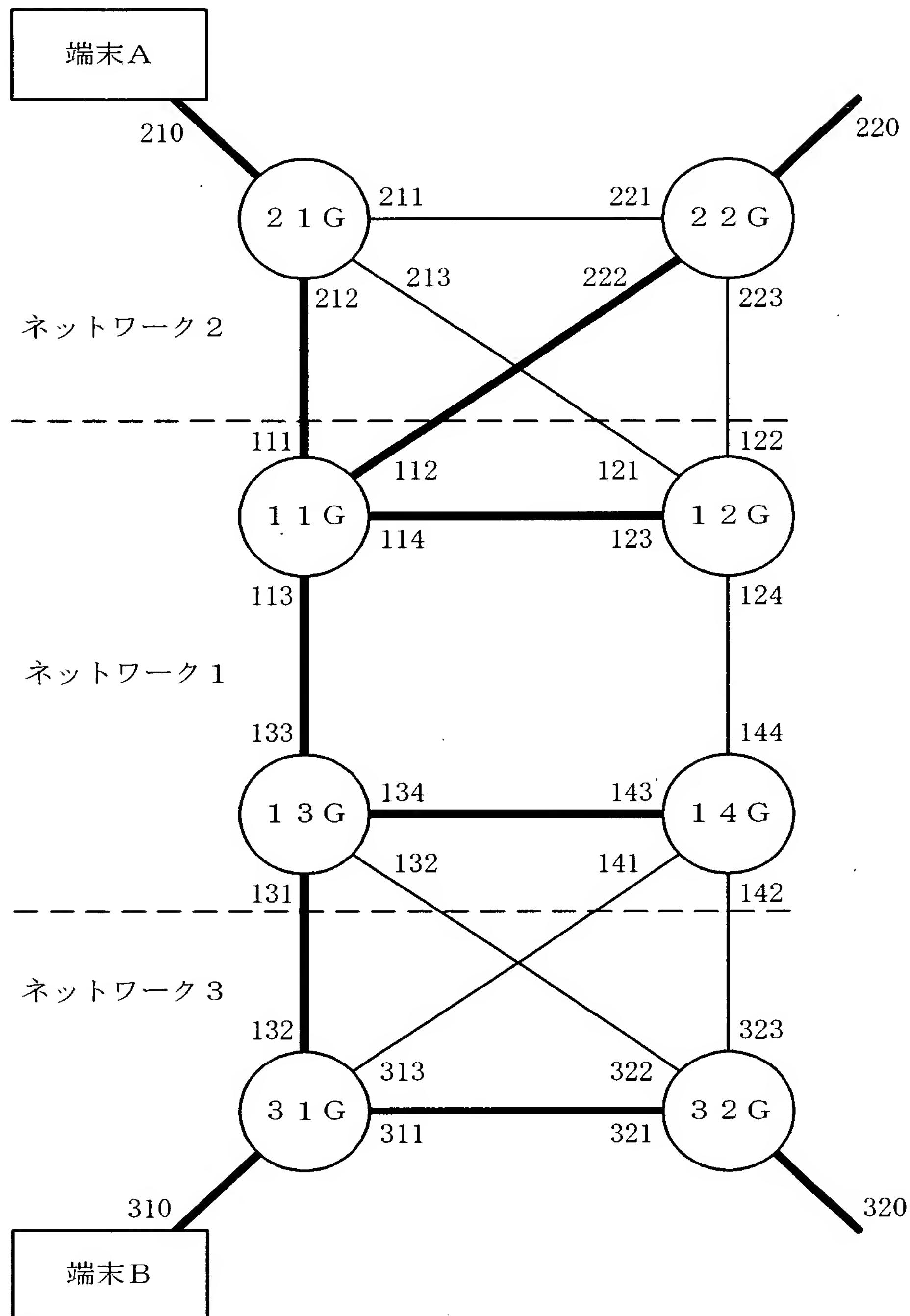
【図 2 2】



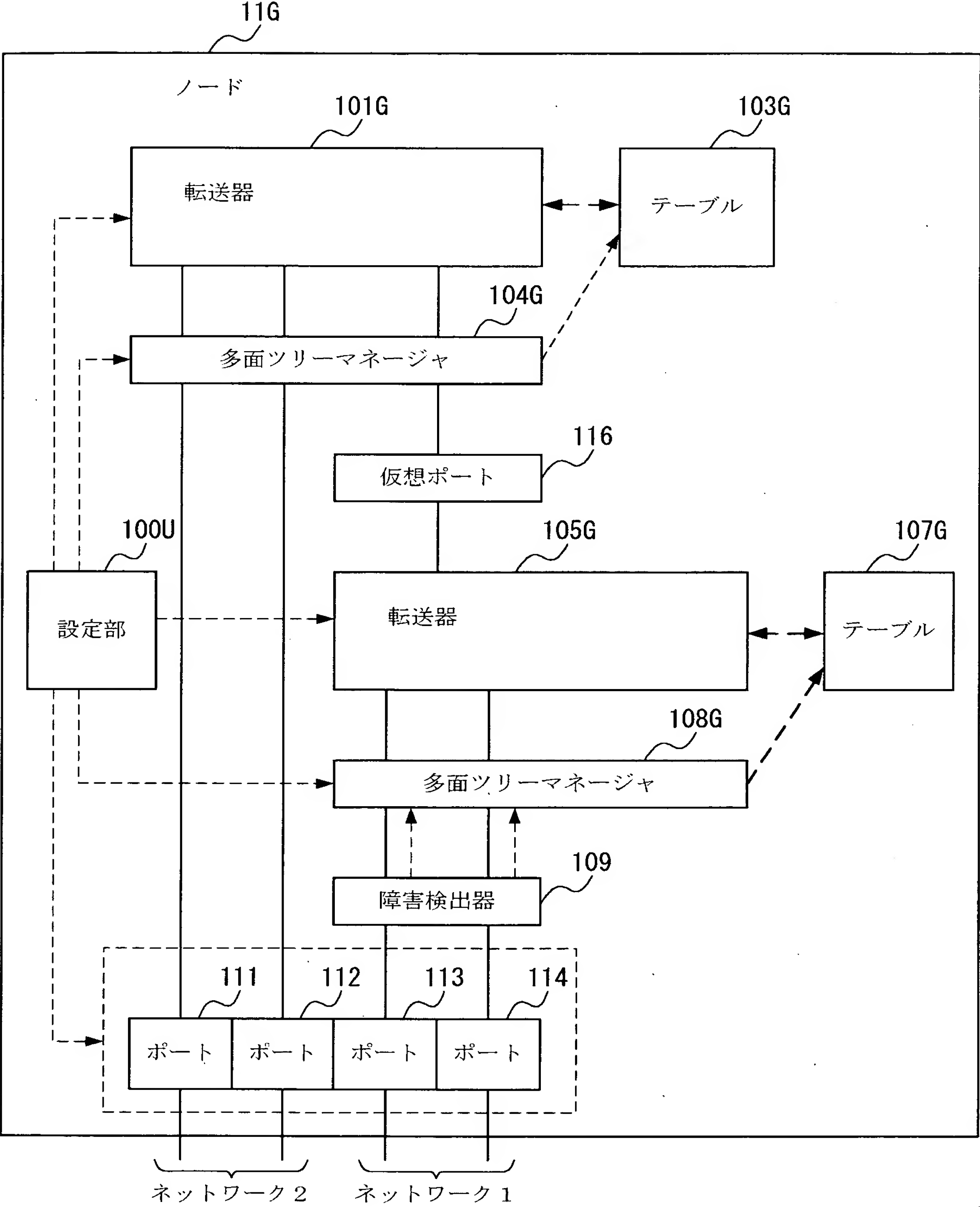
【図 23】



【図 24】



【図 25】



【図 2 6】

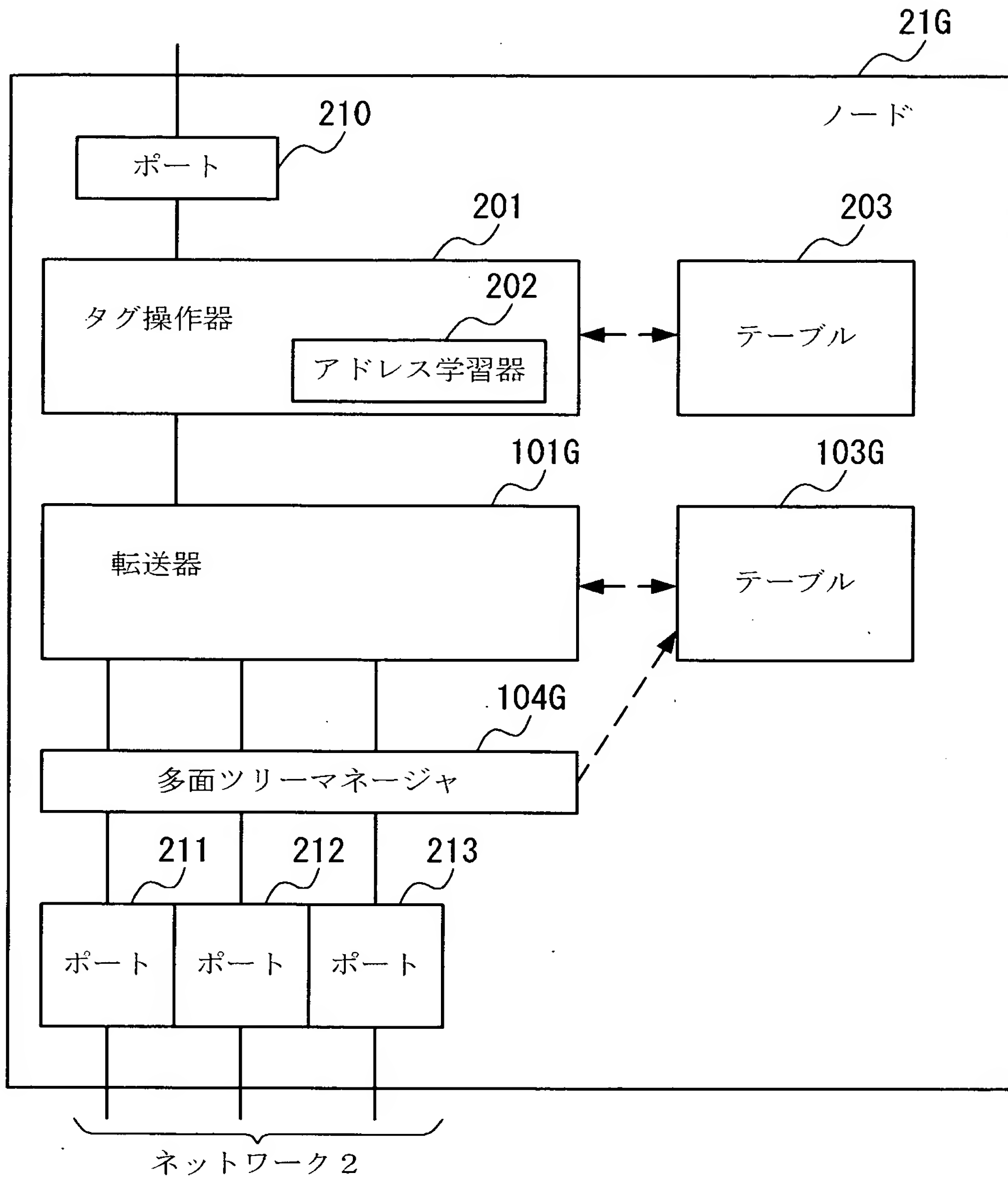
テーブル103G

1031G

1032G

宛先識別タグ	出力ポート
0 0 0 0	1 1 1
0 0 3 1	1 1 6
0 1 5 6	1 1 6
4 0 9 5	1 1 2

【図 27】



【図 2 8】

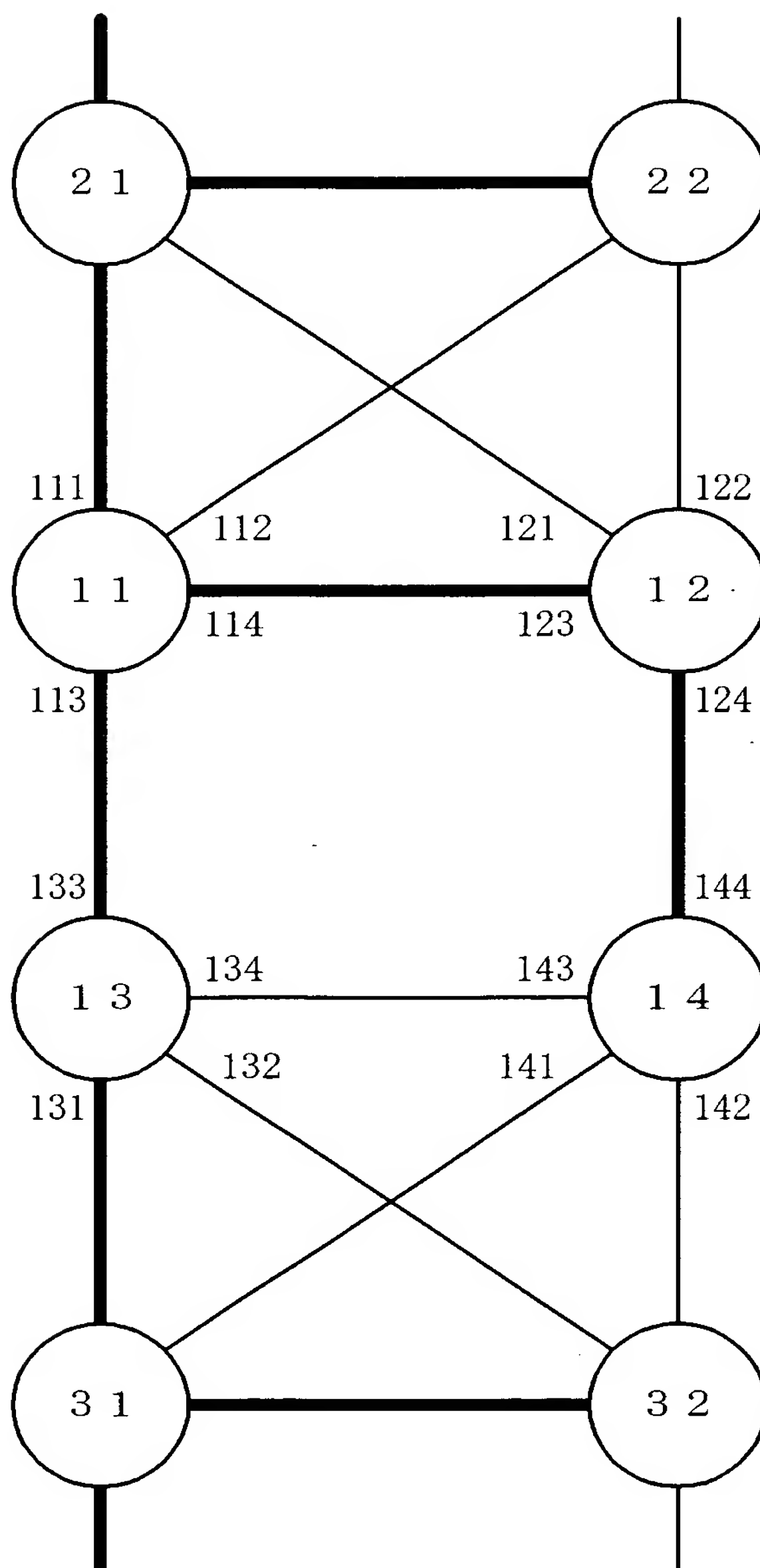
テーブル203

宛先MAC	挿入タグ
1A 12 26 4F 5G 08	0 0 0 0
22 00 00 00 00 22	0 0 3 1
58 DC FE 32 11 9A	1 8 6 2
BB 7C 67 28 09 12	4 0 9 5

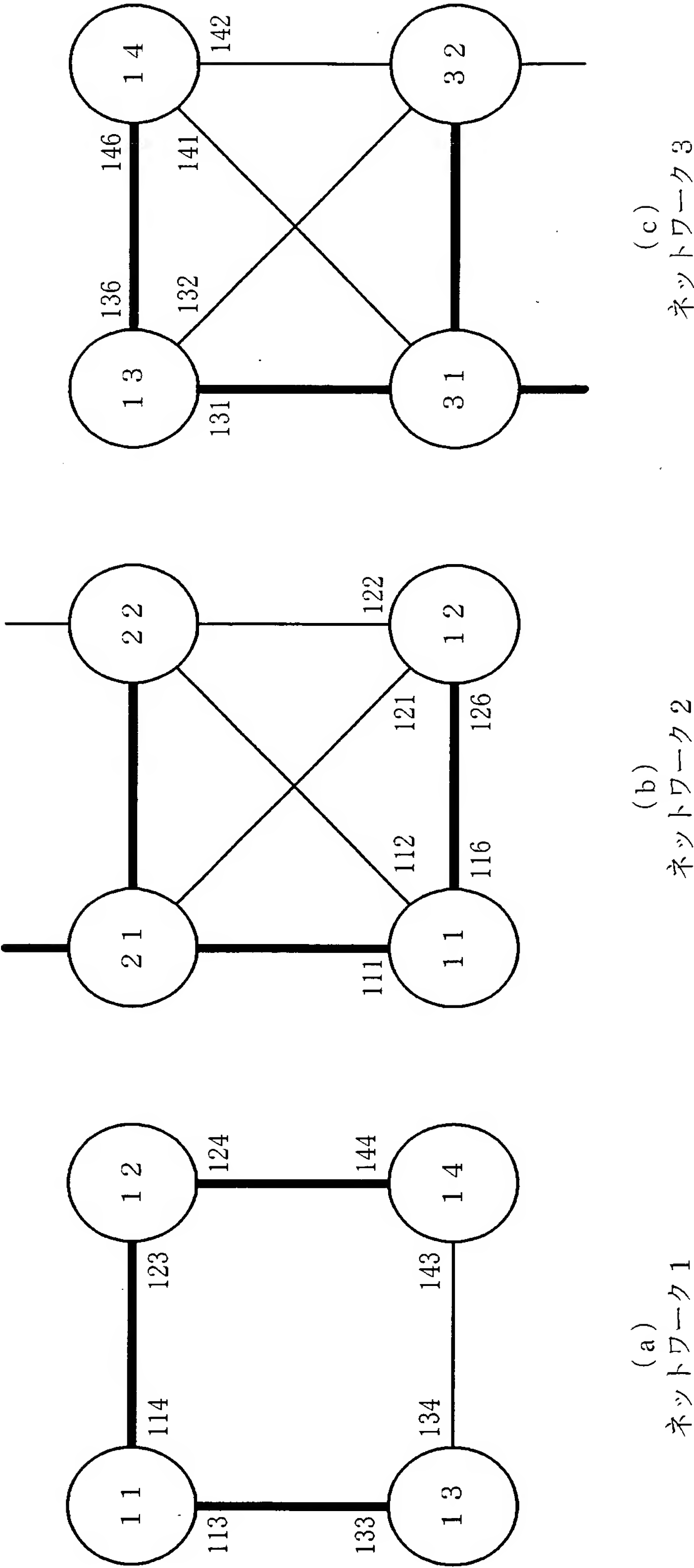
2301

2302

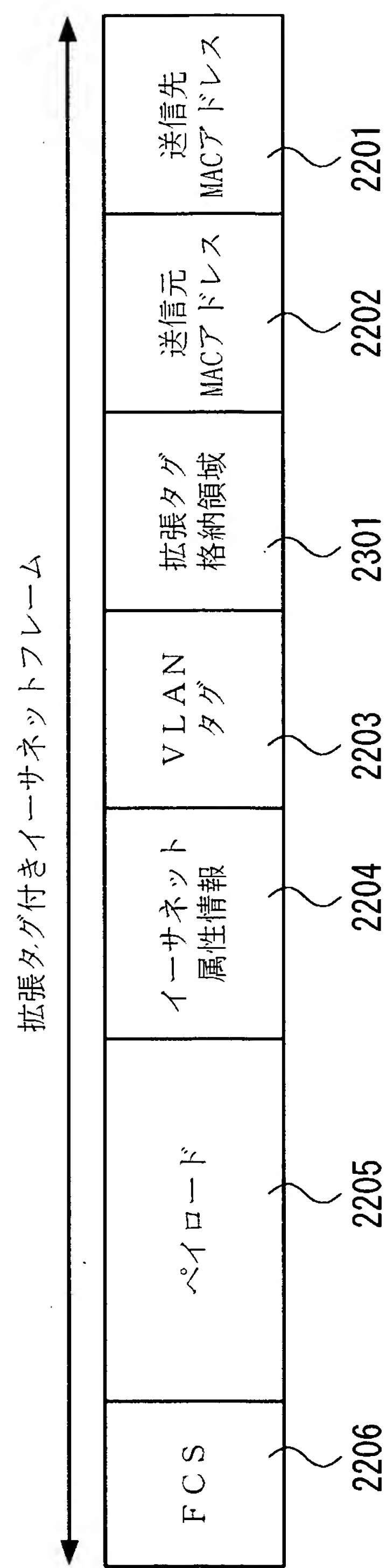
【図 2 9】



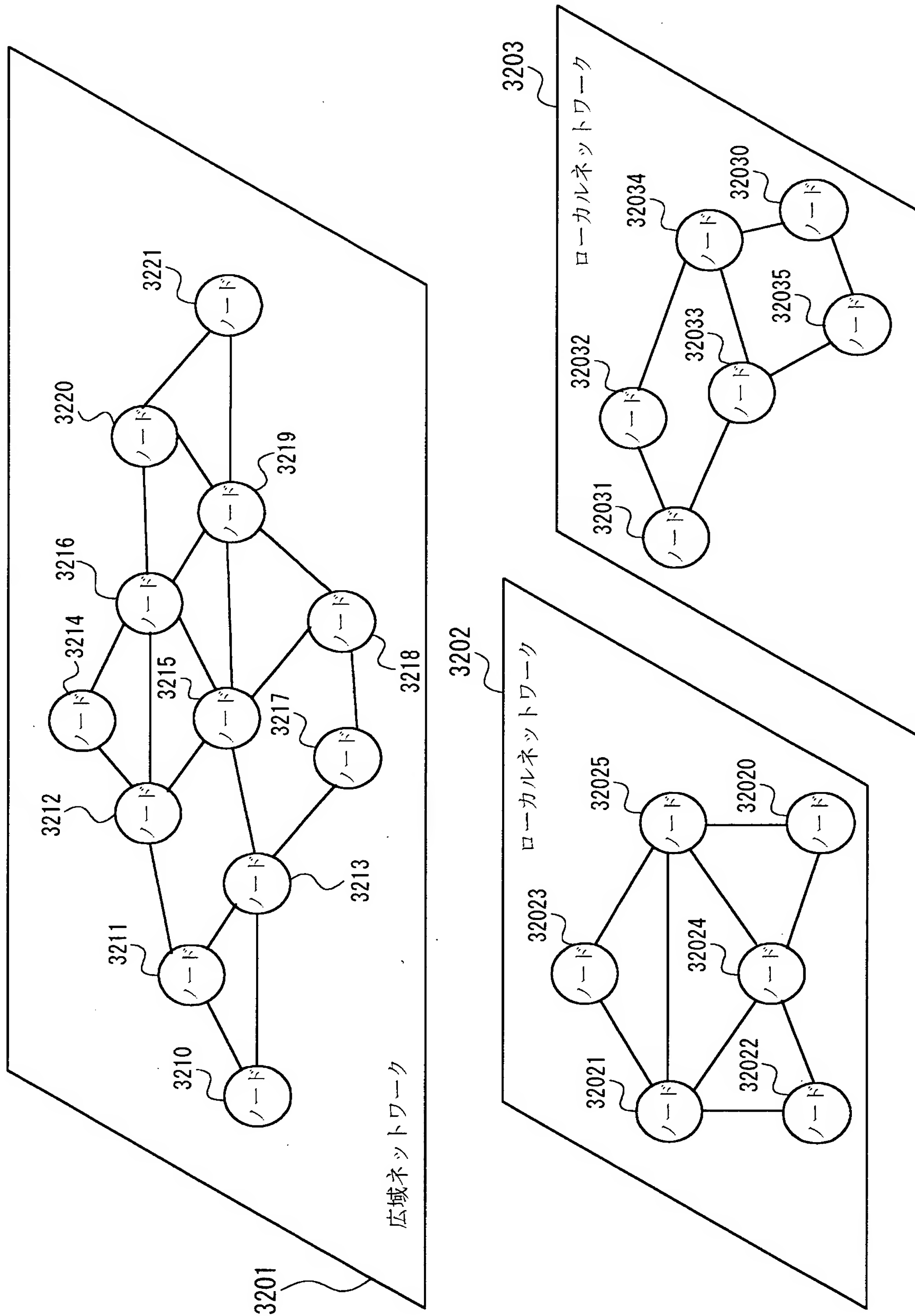
【図 3 0】



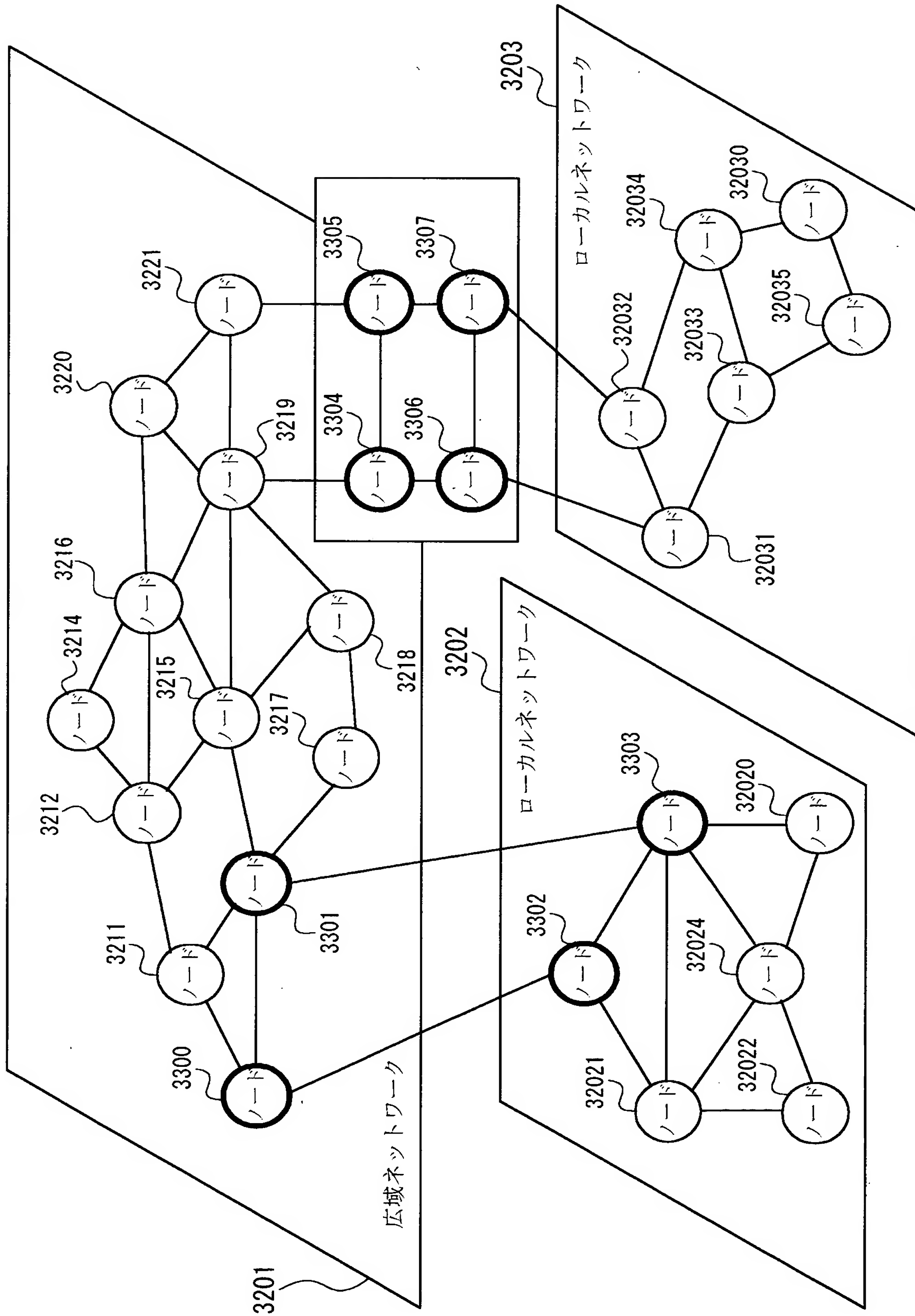
【図 3 1】



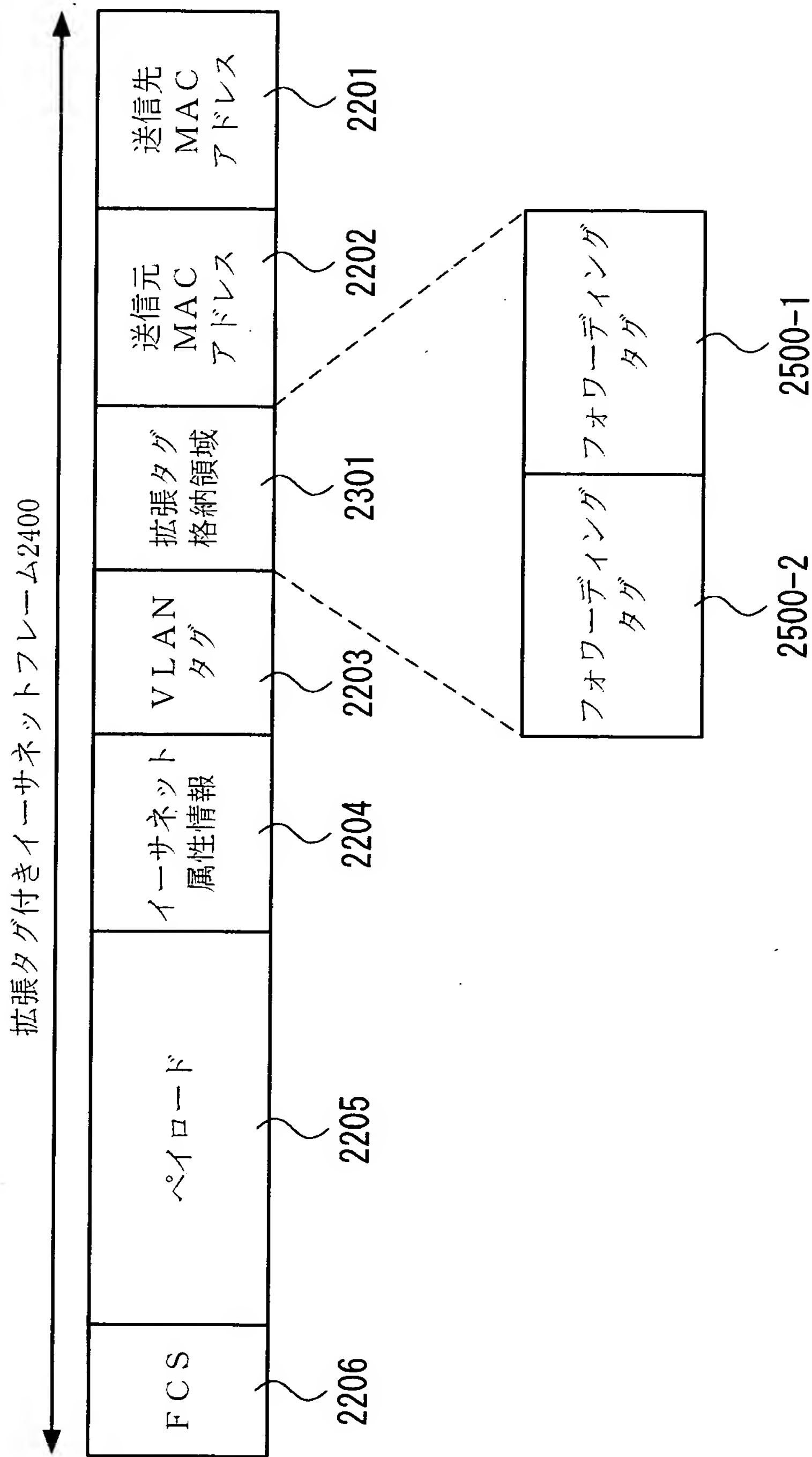
【図 3 2】



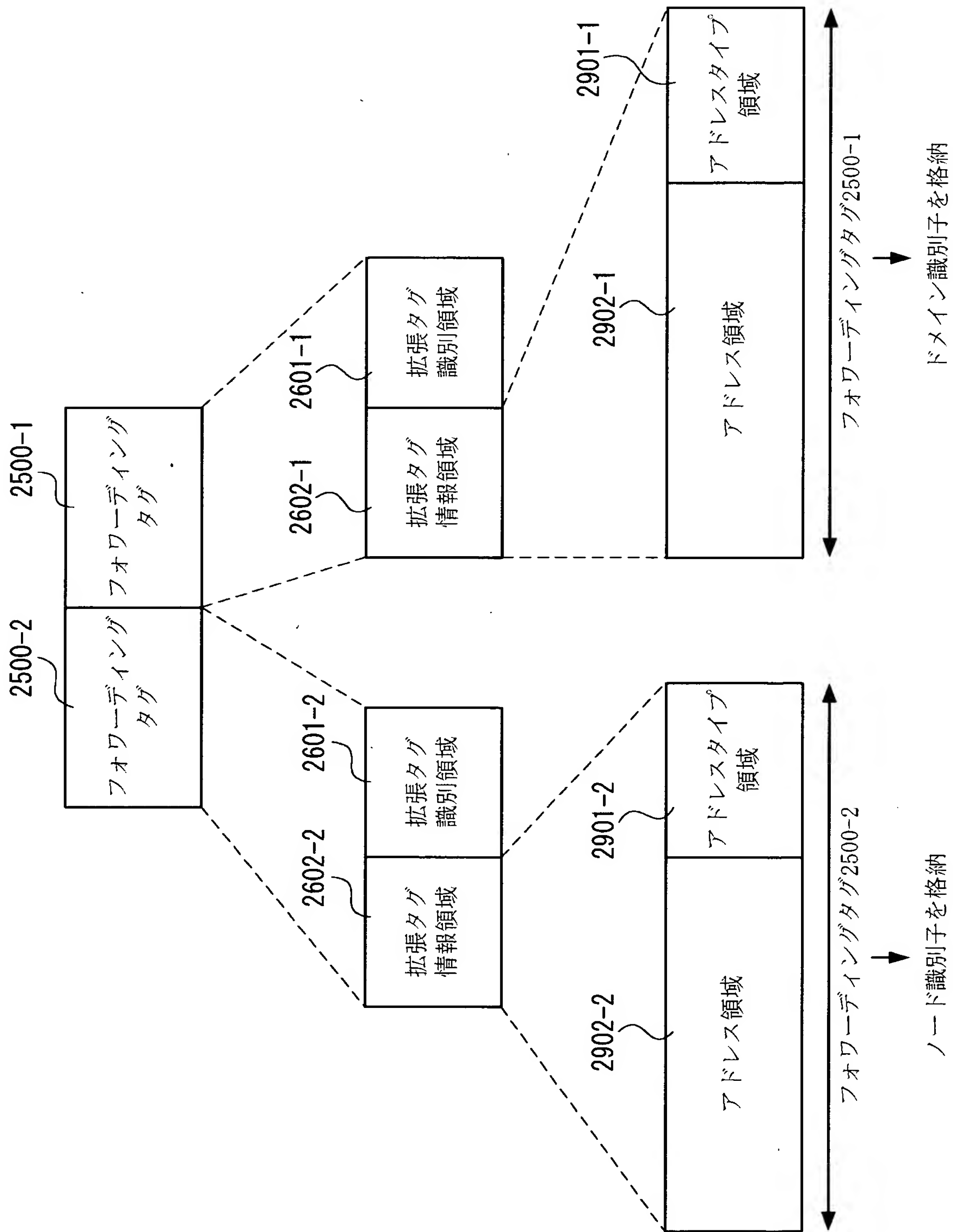
【図 3 3】



【図 3 4】



【図 3 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 スパニングツリーの構築時間を短縮できる、ネットワークシステム、スパニングツリー構成方法を提案する。

【解決手段】 複数のノードを接続したネットワークで動作するスパニングツリーシステムのノードに、入力されたフレームの宛先MACアドレスに基づき転送先ポートを決定する2つの転送器と、スパニングツリープロトコルに従いスパニングツリーを作成する2つのツリーマネージャと、ツリーマネージャと転送器を接続する仮想ポートとを備える。

【選択図】 図2

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 0 4 1 7 9 4
受付番号	5 0 3 0 0 2 6 6 8 6 1
書類名	特許願
担当官	第八担当上席 0 0 9 7
作成日	平成 1 5 年 5 月 1 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】 平成15年 2月19日

次頁無

特願 2 0 0 3 - 0 4 1 7 9 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 4 2 3 7]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都港区芝五丁目 7 番 1 号

氏 名

日本電気株式会社